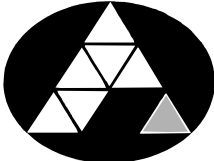



POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Teemu Purmonen

PILAANTUNEEN MAAPERÄN PUHDISTAMINEN SUOMESSA
Case Penttilänranta

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012

 <p>POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU</p>	<p>OPINNÄYTETYÖ Toukokuu 2012 Ympäristötekniikan koulutusohjelma</p> <p>Sirkkalantie 12 A 2 80110 JOENSUU p. (013) 260 6906</p>
<p>Tekijä(t) Teemu Purmonen</p>	
<p>Nimeke Pilaantuneen maan puhdistaminen Suomessa Case Penttilänranta</p> <p>Toimeksiantaja YIT</p>	
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä Joensuun Penttilänrannan maankunnostusurakan lopputaloudellinen raportti YIT:lle. Penttilänrannan maa-alue oli ollut toiminnassa saha ja puunjalostuslaitosta noin 100 vuotta. Alueella ollut saha paloi 90-luvulla, ja alueelle kaavailaan nyt uutta asuinalueita. Maa oli pilaantunut pahoin pääosin puunkyllästeaineista, kuten kloro- ja polycykliaromaattien sekoituksesta. YIT sai urakaksi kunnostaa alueen asuinalueksi.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin urakan lisäksi maanpuhdistusmenetelmiä ja käytäntöjä Suomen oloissa. Työssä käytiin läpi Suomen oloissa yleisimpiä maankunnostusmenetelmiä sekä maan pilaantumista aiheuttavien haitta-aineiden ja niiden pääsyä ympäristöön. Työssä käsiteltiin myös maan pilaantumiseen ja sen tulkintaan vaikuttavia lakeja.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi Penttilänrannan kunnostusurakan vaiheet Case-tyyppisenä läpikäyntinä. Tietolähteinä urakasta kertomiseen käytettiin YIT:n ja muiden urakoitsijoiden tekemiä raportteja sekä osin omia kokemuksia.</p> <p>Työ tehtiin YIT:n toimeksiannosta ja työssä käytettiin YIT:n sekä muiden urakassa olleiden tahojen raportteja ja haitta-ainemittauksia. Työ toteutettiin kirjallisena lopputaloudellisen raportin muotoon YIT:lle.</p> <p>Penttilän saha-alueen kunnostus suoritettiin pääosin massanvaihtona. Alueen lievästi pilaantuneet maat eristettiin maisemamäeksi ja alueella sijaitsevan vanhan tukkialtaan pohjasedimentin puhdistamiseksi käytettiin geosäkkimenetelmää.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja 54 Liitteet 6 Liitesivumäärä 10</p>
<p>Asiasanat Penttilänranta, Pilaantunut maa, PIMA, haitalliset aineet, Maaperän kunnostus</p>	

 <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p>THESIS May 2012 Degree Programme in Environmental Technology Sirkkalantie 12 A 2 FIN 80110 JOENSUU FINLAND Tel. (013) 260 6906</p>
<p>Author(s) Teemu Purmonen</p>	
<p>Title Purification of contaminated soil in Finland Case Penttilänranta Commissioned by YIT</p>	
<p>The subject of thesis was to make a final report on rehabilitation of the soil in Penttilänranta area for YIT. Penttilänranta area had been operating for saw and wood processing industry for about 100 years. The saw burned down in the 1990's and now new a residential area is planned for the area. The soil was heavily contaminated, mainly because of wood impregnation substances, such as creosote. YIT received a contract to restore the area to a habitable state. The remediation methods used on the area were exchange of the mass, isolation and geosacks.</p> <p>Thesis dealt with methods and practices of soil purification process in Finnish condition in addition to the Penttilänranta project. The work involved going through the most common methods of remediation of the soil and harmful substances, degradation of soil Finnish conditions and their access to the environment. The work covered also pollution of the soil and effecting laws of interpretation.</p> <p>In the final thesis stages of the restoration of Penttilänranta work were analysed as in Case -type reviewing. YIT's and other contractor's reports and partly own experiences were used as information source.</p> <p>The work was done as assignment for YIT and its reports and contaminant measurements were used in the final thesis. The work was carried out in a written report to YIT.</p> <p>Penttilä's restoration of the sawmill site was carried out mainly with soil replacement. The area's slightly contaminated soil was isolated to sceneryhill and the old log pool's sediment was purified by using a geosack method</p>	
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 54 Appendices 6 Pages of Appendices 10</p>
<p>Keywords Penttilänranta, rehabilitation of the soil, PIMA, contamination of the soil</p>	

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Maaperän pilaantuneisuuden määrittely	9
3 Pilaantumista aiheuttava toiminta	10
4 Maaperän puhdistamisen motiivit	12
5 Pilaantuneen maaperän puhdistukseen vaikuttavat lait	14
5.1 Ympäristönsuojelulaki	15
5.2 Jätehuoltolaki	16
5.3 Jätelaki	17
5.5 PIMA-asetus	18
6 Yleisempien haitta-aineiden vaikutus ihmisiin ja pääsy ympäristöön	20
6.1 Kloorifenolit ja dioksiinit	20
6.2 Öljyhiilivedyt	21
6.3 Raskasmetallit	21
6.4 PAH-yhdisteet	22
6.5 Asbestituotteet	22
7 Pilaantuneen maaperän puhdistustoimenpiteet yleisesti Suomessa	23
7.1 Luontainen biohajoaminen	25
7.2 Geosäkki	27
7.3 Eristäminen	28
7.4 Puhdistusmenetelmien vertailua	30
8 Case Penttilänranta	31
8.1 YIT	33
9 Puhdistuskohteen kuvaus	34
9.1 Sijainti ja omistussuhteet	34
9.2 Urakka-alueen maaperä-, pohja- ja pintavesitiedot	36
10 Maaperän pilaantuneisuustiedot	37
10.1 Maaperän havaittu pilaantuneisuus kohteessa	39
10.1.1 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/PCDF)	39
10.1.2 Raskasmetallit	39
10.1.3 Kloorifenolit	40
10.1.4 Öljyhiilivedyt	40
10.2 PIMA-asetuksen ohjearvojen vertailua Samase-ohjearvoihin	40
11 Puhdistustyöt	41
11.1 Alueella suoritettavat työvaiheet	42
12. Pohdinta ja yhteenveto	49
Lähteet	52

Liitteet

Liite 1. Maan puhdistusmenetelmien koostetaulukko

Liite 2. Kartoitetut tutkimuspisteet

Liite 3. Penttilänrannassa olleet rakennukset ja niiden sijainti.

Liite 4. Pitoisuusalueet.

Liite 5. Maisemointikummun pinnanmuotojen suunnitelupiirros.

Liite 6. Suodatusaltaan poikkileikkauskuva.

Sanasto

Dioksiinit	Yleisnimi ryhmälle kloorattuja aineita, jotka ovat hyvin kestäviä ja pysyviä orgaanisia yhdisteitä, ja kuuluvat niin kutsuttuihin POP-yhdisteisiin. Ne kertyvät ravintoketjussa ja muutamat niistä ovat erittäin myrkyllisiä.
Furaanit	Aromaattinen heterosyklinen yhdiste, jonka kemiallinen kaava on C_4H_4O . Siitä käytetään myös nimiä furfuraani, di-vinyleenioksidi ja oksasyklopentadieeni.
Raskasmetallit	Lääketieteellinen yleisnimitys erilaisille ympäristölle ja terveydelle haitallisille metalleille.
Kloorifenolit	Substituoituja fenoleja, joiden vetyatomeista yksi tai useammat ovat korvautuneet kloorilla. Kloorifenolit ovat myrkyllisiä, imeytyvät ihmisen elimistöön hengitysteiden kautta tai ihon lävitse.
PAH-yhdisteet	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet ovat yhteen liittyneistä aromaattisista renkaista koostuvia hiiliveytyjä. PAH-yhdisteitä syntyy, kun orgaaninen aine, esimerkiksi puu, palaa epätäydellisesti. Monet PAH-yhdisteet aiheuttavat syöpää tai mutaatioita.
Siltti	Maalaji, joka on geologisten prosessien tuloksena syntynyt maakerrostumatyyppi.
Moreeni	Lajittumaton maalaji, eli sisältää useaa keskenään sekoittunutta maalajitetta suurista kivenlohkareista aina hienoimpaan saveen.
Orsivesi	Tarkoitetaan hienojen, huonosti vettä läpäisemättömien maakerrosten päälle jäätynyttä vesikerrosta. Sijaitsee pohjaveden yläpuolella, eikä ole suodattunut maakerrosten vaikutuksesta.
PCDD/PCDF	Halogenoituja orgaanisia yhdisteitä, joissa kaksi kloorattua bentseenirengasta on liittynyt yhteen kahden happiatomin välityksellä. Ne tunnetaan ympäristömyrkkyinä. Kuuluvat dioksiineihin.
ETRS-GK30	Suomessa käytetty koordinaatistaso.
I-ITEQ (NATO/CCMS)	Verrataan eri dioksiinien keskinäistä myrkyllisyyttä, jolloin i-teq luku yhdenmitallistaa eri dioksiinien myrkyllisyyden.
Ekokem	Ekokem Oy Ab on vuonna 1979 perustettu riihimäkeläinen yritys, joka käsittelee ongelmajätteitä.

Geotuubi	Esimerkiksi polypropyleenistä, kudottu lieriönmuotoinen säkki. Geotuubin toimintaperiaate on, että hienoaines jää tuubin sisälle veden purkautuessa ulos tuubirakenteen pienistä rei'istä.
Sedimentti	Tarkoittaa kerrostuvaa maa-ainesta, joka on siirtynyt paikalle veden, tuulen tai jäätikön vaikutuksesta.
Asbesti	Useiden kuitumineraalien yhteisnimitys. Asbestia käytetään muun muassa tulenkestäväenä eristeenä ja sidosaineena. Aine on terveydelle vaarallista.

1 Johdanto

Tänä päivänä maaperän likaantuminen on yleisesti tiedostettu ongelma niin Suomessa kuin maailmalla. Maaperän likaantumista ei tiedostettu tai asiaan ei juuri vaivauduttu puuttumaan kuin vasta 80-luvulta lähtien. Sitä ennen erilaisten ympäristömyrkkujen käyttäminen ympäristöä huomioimatta oli tavallista. Välinpitämättömyys ja tietämättömyys ovat olleet suurena tekijä maan pilaantumisessa. Myös lakien puutteellisuus tai niiden vaikea soveltaminen maan pilaantuneisuuteen aiheutti ongelmia alueita arvioi-
dessa.

Vasta vuosina 1989–1994 tehtiin ensimmäinen laajamittainen selvitys maaperän pilaantumisen tasosta Suomessa. Kyseisessä saastuneiden maa-alueiden selvityksessä, SAMASE:ssa, tutkittiin ja koottiin tiedot 10 000:sta pilaantuneeksi epäillystä alueesta. Todellisen määrän kuitenkin arvioitiin olevan kaksin tai kolminkertainen. Nykyisin ympäristöhallinnon rekisterissä on 20 000 pilaantuneeksi epäiltyä aluetta. Suurimpaan osaa alueista, jotka arvioidaan olevan pilaantuneita, ei ole tehty tarkempia tutkimuksia eikä näin tiedetä kuinka vakavasta pilaantuneisuudesta eri kohteissa on kyseessä. (Penttinen 2001, 7.)

Maaperä pilaantuu usein erilaisten epäorgaanisten tai orgaanisten aineiden vaikutuksesta, joita joutuu haitallisia määriä ympäristöön. Suomen oloissa yleisimpiä aineita ovat öljy-yhdisteet, raskasmetallit ja klooratut hiilivety-yhdisteet.

Suurimpia maaperän pilaantumisen aiheuttajia ovat teollisuuden eri haarat, joista suurimpana ympäristön kannalta puunjalostusteollisuus. Esimerkiksi yksi haitallisimmista haitta-aineista on kreosiitti, jota puunjalostusteollisuudessa käytettiin yleisesti puunkyllästeaineena. Kreosiittiöljyä on käytetty teollisuudessa puunkyllästämiseen noin 150 vuotta. Suomessa kreosiittikyllästettyä puutavaraa on käytetty pääasiassa vain ratapölkkyjen sekä puhelin- ja voimapylväiden kyllästämiseen. Suomessa kreosiitin käyttö on vähentynyt ja vuoden 2003 asetuksen voimaan tulon jälkeen kreosiittikyllästettä saa käyttää vain teollisuudessa ja ammattikäytössä, kuten puhelinpylväissä ja sähkö- ja puhelinpylväissä.

Haitta-aineiden vaikutukseen ja levinneisyyteen maaperässä vaikuttaa maaperän ja haitta-aineen ominaisuudet, kuten aineen tiheys, liukoisuus, haihtuvuus ja biohajoavuus, maalaji sekä maan pH, hapetus-pelkistys-olosuhteista ja kosteudesta. Nämä ominaisuudet vaikuttavat myös maanpuhdistusmenetelmän valintaan.

Ihmiselle ja eläimistölle pilaantuneesta maaperästä voi olla vakaviakin terveydellisiä vaikutuksia. Terveysvaikutuksia voi olla monenlaisia ja niiden vaikutukset riippuvat haitta-aineesta ja määrästä. Ihmiset, eläimet tai kasvit voivat altistua haitta-aineille esimerkiksi hengitysilman tai veden mukana. Likaantuneen maan joutuminen suuhun on myös mahdollista.

Suomen lainsäädännössä ei ole varsinaisesti määrätty milloin alue tai vesistö on niin pilaantunut, että se pitäisi puhdistaa. Maaperän puhdistamisen tulee kyseeseen silloin kun alueen käyttötarkoitus on muuttumassa tai kun maaperänlikaantumisen katsotaan aiheuttavan vaaraa pohjaveden puhtaudelle tai terveysriskiä ympäristön asukkaille. Pohjavesialueet kunnostetaan pääasiassa silloin kuin pilaantumisen katsotaan vaarantavan talousveden puhtautta ja turvallisuutta. SAMASE-projektin ansiosta pilaantuneitten maa-alueiden kunnostamisen määrä nousi selvästi. Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana Suomessa on kunnostettu melkein 4000 kohdetta.

Kohentunut tietoisuus ympäristöstä ja siihen vaikuttavista tekijöistä on nostanut maan puhdistuksen otsikoihin ja ihmisten tietoisuuteen. Pilaantuneita maita on ruvettu viime vuosikymmenen aikana puhdistamaan nopeatuvalla tahdilla.

Pilaantuneiden alueiden kunnostamiseen käytettäviä menetelmiä on monia ja ne ovat kehittyneet viime aikoina suuresti. Menetelmät ovat jaettu joko fysikaalisiin, kemiallisiin tai biologisiin. Eri menetelmät sopivat erilailla eri maaperien ja haitta-aineiden käsittelyyn. Käytettävä menetelmä valitaan maaperän ominaisuuksien, haitta-aineesta ja sen määrästä riippuen. Suomessa yleisin kunnostusmenetelmä on massanvaihto.

Opinnäytetyössä keskitytään enemmän Joensuun Penttilänrannan maan puhdistusurakan läpikäyntiin. Työssä esitellyt maan puhdistusmenetelmät ja haitta-aineet ovat valittu Penttilänrannan urakkaa mukaillen. Myös joitain SAMASE- ja PIMA-arvoja on verrattu

Penttilänrannan tuloksiin. Lopussa käydään läpi Penttilänrannan maan puhdistusurakka Case-tyyppisesti.

2 Maaperän pilaantuneisuuden määrittely

Maaperä on pilaantunut silloin kun se on altistunut haitallisille aineille, jotka huonontavat maaperän laatua, josta voi aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle, viihtyvyyden huomattavaa vähentymistä tai muuta niihin verrattavaa yleisen tai yksityisen edun loukkaamista. Pilaantuneen maan puhdistaminen tarkoittaa riskien ja haittojen arviointia ja selvittämistä sekä niiden seuranta, poistamista tai merkittävää vähentämistä. Maaperän pilaantumiseen liittyvissä asioissa lupa- ja valvontaviranomaisia ovat alueelliset ELY-keskukset. Alue todettaessa pilaantuneeksi, on ryhdyttävä toimenpiteisiin alueen puhdistamiseksi haitta-aineista johtuvien haittojen ja riskien vähentämiseksi hyväksytylle tasolle. (Valtion ympäristöhallinto 2011.)

Maaperän pilaantumista ja siitä johtuvaa puhdistustarvetta arvioidaan ns. PIMA -asetuksella. Asetus on perustana arvioidessa maaperän pilaantuneisuutta ja puhdistustarvetta. PIMA-asetuksessa on annettu 52:lle maaperälle haitallisen aineen tai aineryhmän pitoisuuksille ohjearvot, joita käytetään arvioidessa maaperän pilaantuneisuutta. (Ympäristöministeriö 2007, 14.)

Valtioneuvoston tekemässä PIMA -asetuksen 2§:ssä on listattu seuraavasti mitä maaperän pilaantumisen arvioinnissa tulee myös huomioida PIMA -asetuksen ohella:

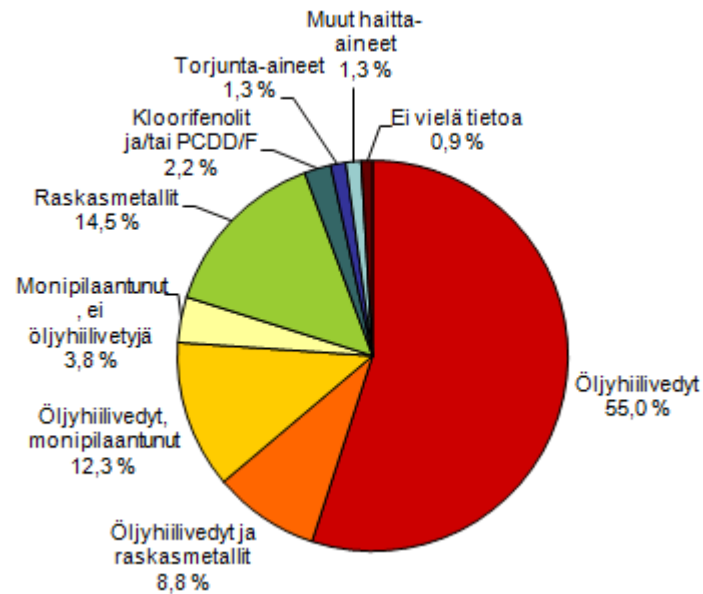
- maaperässä todettujen haitallisten aineiden pitoisuudet, kokonaismäärä, ominaisuudet, sijainti ja taustapitoisuudet,
- maaperä- ja pohjavesiolosuhteet alueella sekä tekijät, jotka vaikuttavat haitallisten aineiden kulkeutumiseen ja leviämiseen alueella ja sen ulkopuolella,
- alueen ja sen ympäristön ja pohjaveden nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus,
- altistusmahdollisuus haitallisille aineille lyhyen ja pitkän ajan kuluessa,
- altistumisen seurauksena terveydelle ja ympäristölle aiheutuvan haitan vakavuus ja todennäköisyys sekä haitallisten aineiden mahdolliset yhteisvaikutukset sekä
- käytettävien tutkimustietojen ja muiden lähtötietojen sekä arviointimenetelmien epävarmuus. (214/2007, PIMA-asetus.)

Jos puhdistuksen jälkeen alueelle jää haitta-aineita riskinhallintatoimista huolimatta, tällöin alueelle saatetaan asettaa alueen käyttöä rajoittavia määräyksiä. Nämä saattavat aiheuttaa muun muassa ympäristön seurantavelvoitteita. (Valtion ympäristöhallinto 2011.)

3 Pilaantumista aiheuttava toiminta

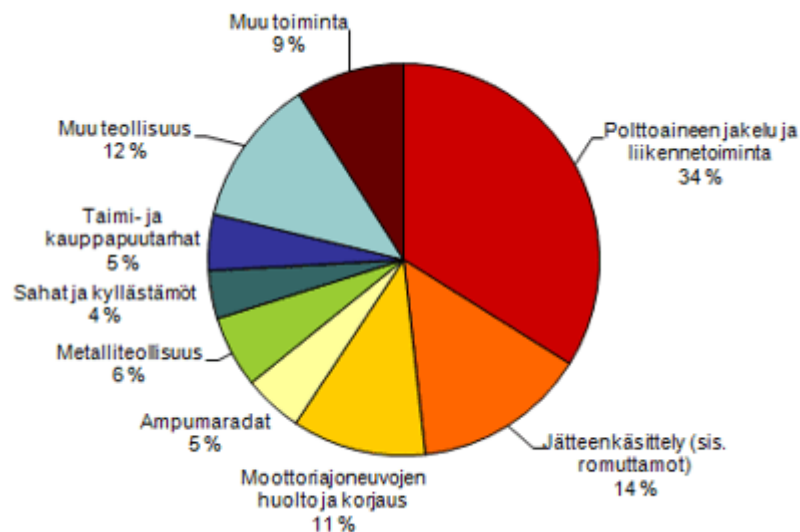
Maaperä likaantuu haitta-aineilla yleensä ihmisen toiminnan seurauksena. Esimerkiksi toiminta, jossa käsitellään ympäristömyrkkyjä tai vastaavia aineita, on usein syynä maan pilaantumiselle. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi teollinen toiminta, maa-, ilma- tai vesiliikenne ja siihen liittyvä toiminta, jätteiden käsittely, kaivostoiminta, ampumaradat, jätteiden käsittely ja öljyjen tai kemikaalien varastointi ja kuljetus. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Tilastollisesti suurin maan pilaantumisen aiheuttaja on toiminta, jossa käsitellään polttoaineen jakelua. Näitä on kolmannes tapahtuneista maanpilaantumisista. Alueet joissa on ollut jätteenkäsittelyä tai moottoriajoneuvojen korjausta ja huoltoa, ovat yleisiä tapauksia maanpilaantuneisuus tilastoissa. Myös alueet kuten sahat, kyllästämöt sekä taimi- ja kauppapuutarhat aiheuttavat usein maan pilaantumisen. Kuva 2 esittää, mitkä toimialat ovat suurimpia pilaantumisen aiheuttajia Suomessa. Suomessa yleisimmät maan pilaantuneisuutta aiheuttavat haitta-aineet ovat öljyhiilivedyt ja raskasmetallit tai molemmat yhdessä. Muita yleisiä ovat muun muassa kloorifenolit, furaanit ja dioksiinit, liuottimet ja torjunta-aineet. Kuvassa 1 nähdään miten haitta-aineet jakaantuvat keskenään. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)



Kuva 1. Maan pilaantumista aiheuttavat haitta-aineet osuus pilaantumisesta (Valtion ympäristöhallinto 2011)

Suomessa yli puolessa tapauksessa haitta-aineena ovat öljyhiilivedyt. Huoltamot ja polttoaineen jakelupisteet ovat pilaantuneet öljyhiilivedyillä. Kolmannes kunnostus urakoista liittyy juuri näihin. Raskasmetalleilla pilaantuneita alueita on toiseksi eniten. Näitä ovat teollinen toiminta, ampumaradat, sahat ja kyllästämöt. (Valtion ympäristöhallinto 2011.)



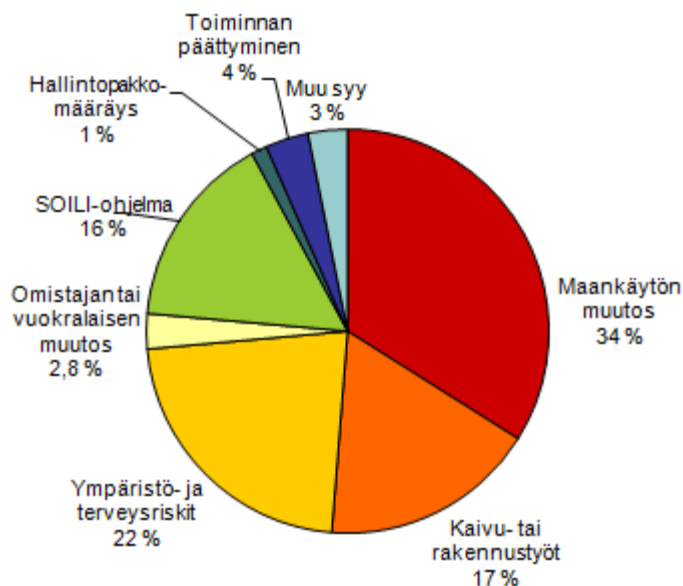
Kuva 2. Yleisimmät syyt maanpilaantumiselle Suomessa (Valtion ympäristöhallinto 2011)

Suomen oloissa yleisin syy maanpilaantumiselle on polttoaineen jakelu ja liiketoiminta, kuten huoltoasemat. Myös metsäteollisuus, moottoriajoneuvojen huoltamot ja korjaamot, sahat ja kyllästämöt ovat merkittäviä pilaantumisen aiheuttajia.

4 Syyt maaperän puhdistamiseen

Nykyään maaperää puhdistetaan osin taloudellista hyötyä silmällä pitäen ja osin lain velvoittamana. Suomessa laki velvoittaa tietyt tahot vastuuseen maaperän puhdistamisesta. Jos alue todetaan pilaantuneeksi, on siitä vastuussa aina jokin taho ja alue täytyy puhdistaa säännösten mukaisesti, riippumatta siitä onko alueesta sen omistajalle taloudellista hyötyä tulevaisuudessa vai ei. Näihin vaikuttavista eri laeista on kerrottu tarkemmin seuraavassa osiossa.

Pilaantuneet maa-alueet eivät ole haluttuja markkinoilla, ellei niillä ole tulevaisuudessa taloudellista hyötyä. Yleisen syy maa-alueen kunnostamisella on maankäytön muutos. Muista yleisiä syitä ovat ympäristö- ja terveysriskit, suoritettavat kaivu- ja rakennustyöt. Lisäksi syyksi lasketaan myös kuuluminen SOILI-ohjelmaan, joka on kunnostusohjelma käytöstä poistetuille huolto- ja jakelualueiden maaperän kunnostamiselle. Kuvassa 3 näkyy pilaantuneiden alueiden yleisimmät syyt aloittaa alueella maan kunnostusurakka. (Ympäristöhallinto 2011.)



Kuva 3. Pilaantuneen maa-alueen kunnostamisurakan aloittamisen syy (Ympäristöhallinto 2011)

Maanperän pilaantuneisuutta määrittelevät lait eivät ole tehty vain kiusaksi, vaan niillä on ajateltu ympäristön hyvinvointia. Pilaantuneet maa-alueet saattavat olla vaaraksi niin eläimistöille kuin ihmisille. Joidenkin pilaantuneiden alueiden kohdalla voidaan tehdä poikkeuksia, esimerkkinä Kymijoen tilanne. Kymijoen arvioidaan olevan yksi maailman pilaantuneimmista joista. Siinä on suuria pitoisuuksia dioksiineja, furaaneja ja elohopeaa. Jokea ei kuitenkaan välttämättä pystytä ruoppaamaan ja puhdistamaan, koska pelätään, että haitta-aineet lähtevät liikenteeseen pohjasedimentistä ja levittyvän laajalle alueelle. Silloin niiden arvioidaan olevan enemmän haitaksi ympäristölle kuin jos niiden annetaan niiden olla laskeutuneena pohjasedimenttiin.

Muita merkityksellisiä ja julkisuutta saaneita kunnostusprojekteja on esimerkiksi Joensuuun Penttilänrannan kunnostus-urakka, jossa puhdistuksen motiivi oli taloudellinen. Kaupunki halusi laajentaa ja käyttää hyväksi keskustan lähistö olevaa ranta-alueutta ja tehdä siitä asuinalueen. Urakka oli myös suurin Suomessa toteutettu maan kunnostusurakka siirrettävien massa määrien perusteella.

Helsingissä sijaitseva Tapanilan vanha teollisuusalue kunnostettiin myös asuintalo- ja teollisuusalueeksi. Paikalla oli ennen sijainnut mm. kemianteollisuutta, asbestitehdas korjaamoja ja hiilivarasto. Alueen maaperästä ja pohjavedestä löydettiin mm. asbestia,

PCB:tä, PAH-yhdisteitä, liuottimia, mineraaliöljyä, syanidia, lyijyä ja arseenia. Alueella suoritettiin mm. massanvaihtoa, joka aiheuttaa huomattavia kustannuksia. Kuitenkin kokonaisuutena katsoessa alueen kunnostus tuli Helsingin kaupungille varsin edullista. (Pyrylä, & Kylä-Setälä 2001.)

5 Pilaantuneen maaperän puhdistukseen vaikuttavat lait

Suomessa erillistä pilaantuneiden maa-alueiden kunnostamista koskevaa lakia ei ole olemassa. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostamisiin sovelletaan pääsääntöisesti jätehuoltolainsäädäntöä eli jätehuoltolakia (673/1978) ja jätelakia (1072/1993) sekä ympäristönsuojelulakia (86/2000). (Rautio 2011, 2.)

Suomen lainsäädännössä on myös muita lakeja joita voidaan tapauskohtaisesti mahdollisesti soveltaa pilaantuneen maankunnostamisessa. Näitä ovat rakennus- ja maankäyttölaki (132/1999), kaivoslaki (503/1965), säteilylaki (230/1989), kemikaalilaki (744/1989) ja terveydensuojelulaki (763/1994).

Nämä lait tähtäävät siihen, että haitallisten ja vahingollisten aineiden pääsy ympäristöön ja ihmisen vaikutuspiiriin estettäisiin ennakolta tai jos estäminen on mahdotonta, pyritäisiin rajoittamaan vaikutukset mahdollisimman vähäisiksi. (Ympäristöministeriö 2007, 14.)

Suomessa maan pilaantuneisuutta koskeva lainsäädäntö on ollut sekava ja puutteellinen varsinkin ennen vuotta 1979, jolloin jätehuoltolaki tuli voimaan. Jätehuoltolain myötä pystyttiin esittämään, mille taholle alueen kunnostusvastuu kuuluu. Vaikka Suomesta edelleen puuttuu suoraan maan pilaantuneisuudelle kohdistettu laki, on siihen tullut selkeyttä ympäristönsuojelulain ja jätelain mukaan tulemisella. Nyt myös SAMASE- ja PIMA-raja- ja ohjearvoilla saadaan selkeyttä siihen, että mikä maa luokitellaan pilaantuneeksi. Näiden myötä on olemassa konkreettiset taulukot ja raja-arvot, mihin verrataan saatuja mittaustuloksia ja tehdä niistä johtopäätökset maan pilaantuneisuuden tasta.

5.1 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki, lyhyesti YSL, on yleislaki joka säätelee maan pilaantumiseen liittyviä velvoitteita ja määräyksiä. Pääsääntöisesti laki koskee maaperän, ilman ja veden suojelua.

YSL:n tavoitteita liittyen pilaantuneisiin maihin on:

- ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia vahinkoja;
- ehkäistä jätteiden syntyä ja haitallisia vaikutuksia ja turvata viihtyisä, terveellinen ja monipuolinen ympäristö;
- tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon ottamista kokonaisuutena. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86)

Ympäristönsuojelulaki (86/2000) kieltää maaperän pilaamisen. Laki (YSL 7 §) määrää, että maaperän laatua ei saa huonontaa päästämällä tai jättämällä maaperään jätettä tai muuta ainetta, joka voi olla haitallista tai vaarallista ihmisen terveydelle tai ympäristölle, vähentää viihtyvyyttä tai loukata muuten yksityistä tai yleistä etua. Tätä lakia sovelletaan vuoden 1.3.2000 jälkeen tullessiin maan pilaantumistapauksiin. Maan pilaantumisen tapahduttua 1.1.1994 jälkeen, sovelletaan tapaukseen ympäristönsuojelulain 12 luku. (Ympäristöministeriö 2007, 14.), (Rautio 2011, 2.)

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan toimintaan josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Lakia sovelletaan myös tapauksiin jossa syntyy jätettä, sekä jätteen käsittelyyn ja hyödyntämiseen. ympäristönsuojelulakia noudattaessa on myös huomiotava kansainväliset sopimukset, kuten merensuojelusopimus, sekä mitä Suomen muussa lainsäädännössä säädetään. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86)

Ympäristönsuojelulain mukaan pilaantuneen maan puhdistusvelvollisuus on ensisijaisesti se jonka toiminnasta maaperä tai pohjavesi on pilaantunut. Puhdistus on oltava tasoltaan sellainen, että maaperästä tai vedestä ei enää tule aiheutumaan terveyshaittaa eikä haittaa tai vaaraa ympäristölle. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86, 75.§.)

Tapauksissa joissa maan pilaantumisen toiminnallaan aiheuttamaa tahoa ei saada selville tai muusta syystä on estynyt täyttämään puhdistusvelvollisuuttaan ja alueen haltija on ollut tai olisi pitänyt olla tietoinen alueella tapahtuvasta toiminnasta aluetta hankkiesaan, on alueen haltija velvollinen puhdistamaan maaperän vaatimusten mukaisesti. Haltija on myös velvoitettu puhdistamaan pohjaveden, jos veden pilaantumisen on aiheuttanut alueen maaperän likaantuminen. Jos alueen haltijaa ei saada vastuuseen pilaantuneen maaperän tai pohjaveden puhdistamiseksi, on kunnan selvítettävä puhdistustarve ja ryhdyttävä tarpeellisiin puhdistustoimiin. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86, 75.§.)

Ympäristönsuojelulain 78§:n mukaan aloitettavalle maan puhdistustoiminnalle on oltava ympäristölupa. Maaperän puhdistaminen voidaan kuitenkin aloittaa tekemällä siitä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle, jos tapaus täyttää seuraavat kohdat:

- Puhdistettavan alueen laajuus ja pilaantumisen aste on riittävästi selvitetty
- Puhdistustoiminnassa käytetään hyväksytyjä ja yleisesti käytössä olevia puhdistusmenetelmiä
- Puhdistamisesta ei aiheudu ylimääräistä ympäristön pilaantumista.

Tämän ilmoituksen perusteella ELY-keskus antaa päätöksensä tarvittavista maan puhdistamisen määräyksistä toiminnan järjestämisestä ja valvonnasta. (Ympäristönsuojelulaki, 4.2.2000/86.)

5.2 Jätehuoltolaki

Jätehuoltolaki oli voimassa 1.4.1979 - 31.12.1993. Lain kumosi nykyisinkin voimassa oleva jätelaki. Jätehuoltolaissa sovellettiin pilaantuneille maille roskaantuneen alueen puhdistamisen tai jätehuollon järjestämisvelvollisuutta koskevia säädöksiä. Jätehuoltolain mukaan ympäristöön ei saanut jättää muovia, peltiä, lasia, paperia tai muuta roskaa ja likaa niin, että siitä aiheutuisi terveydellisiä riskejä, epäsiisteyttä, viihtyisyyden vähenemistä, maiseman rumentumista tai näihin rinnastettavia vaikutuksia. Jätehuoltolaissa oli myös määritelty roskaantuneen alueen puhdistusvelvollisuus. Myöhemmin jätehuol-

tolain 32 §:n muutoksella (203/1987) kiellettiin maan saastuttaminen nestemäisellä aineella tai jollakin esineellä. (Korkein hallinto oikeus 2006).

Jätehuoltolaki oli ensimmäinen laki, joka koski maan pilaantumista Suomessa. Tätä ennen Suomessa ei ollut minkäänlaista voimassa olevaa kunnostusvastuun ilmaisevaa säännöstöä maan pilaantumista koskevissa tapauksissa. Ennen 31.3.1979 sattuneissa maan pilaantuneisuustapauksissa vastuutahoa ei olemassa ollut ollenkaan. Toisinaan vastuuvaateet ratkaistiin neuvottelemalla, toisinaan asia vietiin hallinto-oikeudessa. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011.)

5.3 Jätelaki

Jätelain 3.12.1993/1072 tehtiin edistämään kestävästä kehitystä parantamalla luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä torjumalla ja vähentämällä jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja ja terveysriskejä. Jätelaki koskee jätteitä ja niiden syntymisen ehkäisyä, vaarallisen tai haitallisen omaisuuden vähentämistä, jätteiden hyödyntämistä, jätehuollon järjestämistä, roskaantumisen ennalta ehkäisyä ja roskaantuneiden alueiden puhdistamista. (Jätelaki 1072/1993.)

Jätelaissa todetaan (4§), että kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä siihen, että kaikessa tapahtuvassa toiminnassa jätettä syntyisi mahdollisimman vähän ja ettei jätteestä tulisi merkityksellistä haittaa tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tuotannon harjoittajan on itse huolehdittava siitä, että tuotannossa käytettävää raaka-ainetta on tarpeellinen määrä, eikä ylijäämää kerry. Tuotteen valmistajan on myös varmistettava, että tuote on kestävä, korjattava ja uudelleen käytettävä tai jätteenä hyödynnettävä ja että siitä ei aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Viranomaisen vastuulla on huolehtia siitä, että sen omassa toiminnassa edistetään edellä mainittuja velvollisuuksia.

Uusi jätelaki tuli voimaan 2012, ja se uudistaa myös pilaantuneita maita koskevia pykäliä. Uudessa jätelaissa kaivamattomat pilaantuneet maa-ainekset jätetään lain soveltamisen ulkopuolelle, mutta kuten aikaisemmassa jätelaissa, kaivettu pilaantunut maa-aines on jätettä. (Jätelaki 3§). Pilaantuneen maa-aineksen haltijan on laadittava vastaisuudessa

siirtoasiakirja siirrettävästä ja luovutettavasta pilaantuneesta maa-aineksesta 29§:ssä tarkoitettulle vastaanottajalle. PIMA-asetuksessa mainittu YSL 30 a § (ent. YSA 4 §) eli poikkeus eräiden jätteen käsittely- ja hyödyntämistoimintojen luvanvaraisuudesta ei ole enää voimassa uuden jätelain myötä.

5.5 PIMA-asetus

PIMA-asetus määriteltiin 1.3.2007, ja se tuli voimaan 1.6.2007 valtioneuvoston päätöksellä. PIMA-asetuksella korvataan SAMASE-projekti, ja sen tavoitteena on parantaa maaperän puhdistuksen ja pilaantuneisuuden arvioinnin laatua.

Saastuneiden maa-alueiden selvitys -projekti, toisin sanoen SAMASE-projekti käynnistettiin 1980 luvun lopulla. Sen päämääränä oli selvittää Suomen maaperän pilaantuneisuutta järjestelmällisesti. Projektissa käytettiin tietopohjana noin 10 000 pilaantuneen maa-alueen tietoja. Tietoja verrattiin aina kyseisen kohteen luontaisiin pitoisuuksiin.

(Saarinen 2008, 6.)

Projektissa pyrittiin tutkimaan ja kehittämään pilaantuneiden maiden tutkimus- ja riskinarviointimenetelmiä ja annettiin ehdotus ohje- ja raja-arvoille, joilla määritettäisiin maaperän pilaantumisaste. Ympäristöministeriön asettama ja määrittelemä saastuneiden maiden selvitys- ja kunnostusprojekti määritteli kunnostustoimenpiteet pilaantuneelle maille vuosina 1989 - 1994. Vuonna 1994 tuli voimaan SAMASE-ohje- ja raja-arvot. Nämä arvot määrittelevät maaperän pilaantuneisuusasteen aina vuoteen 2007 asti. Arvot löytyvät taulukosta 1. (Saarinen 2008, 6.)

PIMA-asetuksessa määritellään maaperässä olevien haitta-aineiden raja-arvoja. Sen avulla määritetään maaperän puhdistustarve. PIMA-asetuksen myötä saatiin ympäristönsuojelulakiin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnille oikeudellinen perusta. PIMA-asetuksen ylempää ohjearvoa sovelletaan enemmän teollisessa rakentamisessa, mm. teollisuus-, varasto- ja liikennealueilla. Alempaa ohjearvoa käytetään tapauksissa, joissa puhdistettu maa-alueita tulee asuinalueeksi tai vaativissa maankäyttökohteissa.

Uudessa asetuksessa haitta-aineille annetaan uudet tavoite- ja ohjearvot. Uudessa asetuksessa on kolme arvoa: kynnysarvo, alempi ohjearvo ja ylempi ohjearvo. Kynnysarvolla tarkoitetaan aineen suurinta pitoisuutta luonnontilaisessa maaperässä. Maaperä on silloin pilaantumatonta, kun sen haitta-ainepitoisuudet alittavat kynnysarvon. Haitta-aineiden ylitettyä kynnysarvon, mutta alittaessa alemman ohjearvon, katsotaan maaperän olevan pilaantumatonta, jossa on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Maaperän puhdistustarve on aloitettava silloin kun yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää kynnysarvon.

(214/2007, PIMA-asetus.) Taulukossa 1 on esitetty PIMA-asetuksen asettamat pitoisuusrajat eri yhdisteille. (214/2007, PIMA-asetus.)

Taulukko 1. PIMA-asetuksen kynnys-, alempi ja ylempi ohjearvo.

Haitta-aine (mg / Kg)	Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
PCDD / PCDF	10*	100*	1500*
Arseeni	2	50	100
Kupari	100	150	200
Kromi	100	200	300
Kadmium	1	10	20
Lyijy	60	200	750
Sinkki	20	250	400
PAH (summa)	15	30	100
Öljy, keskitisleet C10-21		300	1000
Raskaat öljyjakeet C21-C40		600	2000
Öljyhiilivedyt C10-C40	300		
Dikloorifenolit	0,5	5	40
Trikloorifenolit	0,5	10	40
Tetrakloorifenolit	0,5	10	40
Pentakloorifenolit	0,5	10	20

* = pikogrammaa/grammassa

Ellei kynnysarvot ylity, maaperä ei ole pilaantunut, eikä sitä tarvitse puhdistaa tai sen käytölle ei tarvitse asettaa mitään rajoituksia. Kaivetut maa-ainekset, joiden haitta-ainepitoisuudet eivät ylitä kynnysarvoja, luokitellaan pilaantumattomiksi maa-ainejätteiksi joiden sijoittamiselle ja hyötykäytölle ei aseteta rajoitteita jäte- ja ympäristönsuojelusäädösten puitteissa. (Ympäristöhallinto 2007)

6 Yleisempien haitta-aineiden vaikutus ihmisiin ja pääsy ympäristöön

Seuraavassa tarkastellaan Suomessa pilaantuneidenmaiden puhdistusurakoissa yleisemmin esiintyviä haitta-aineita ja niiden terveysvaikutuksia ihmisiin. Haitta-aineet ovat rajattu niihin mitä Suomen oloissa tavataan yleisimmin kun puhutaan maan pilaantumisesta. Näillä on myös suurin haittavaikutus ympäristöön sekä suurimmat terveydelliset riskit varsinkin tapausmääräisesti katsoen. Muita pilaantuneisuutta aiheuttavia yhdisteitä on paljon ja niitä on listattu esimerkiksi SAMASE-ohje- ja raja-arvo taulukkoon. Näitä yhdisteitä esiintyy harvakseltaan verrattain seuraavassa läpikäytäviin yhdisteisiin, joten niistä kertominen on jätetty kokonaan pois.

6.1 Kloorifenolit ja dioksiinit

Kloorifenoleja on käytetty Suomessa pääosin puutavaran sinistymisen estoon 1980-luvun puoliväliin asti. Kyseisistä tuotteista yleisin oli KY-5. KY-5 on vesiliukoista ja on liuksena voimakkaasti emäksinen pH:n ollessa noin 12. Ainetta on käytetty Joensuun Penttilänrannan alueella vesiliuksena kastelualtaissa. Kloorifenolit sisältävät aina jonkin verran epäpuhtautena muodostuneita polykloorattuja dibentso-p-dioksiineja ja fuuraaneja, yleisnimitykseltään dioksiineja. Maaperässä kloorifenolit ja dioksiinit käyttäytyvät eri tavalla. Kloorifenolit ovat vesiliukoisempia kuin dioksiinit ja kulkeutuvat näin helposti pohjaveteen. Dioksiinit taas eivät lähde kulkeutumaan veden mukana vaan sitoutuvat suurimmaksi osaksi pintamaan humukseen. (Finnish Consulting Group Oy 2009)

Kloorifenolit ovat akuutisti myrkyllisiä ja imeytyvät helposti ihon läpi. Suojautuminen onnistuu hankkimalla tarvittavan suojauksen omaavat suojakäsineet ja asusteet. Kloorifenolit eivät haihdu merkittävästi ilmaan, mutta runsaasti pölyävissä kohteissa kloorifenolit saattavat aiheuttaa ongelmia kulkeutuessaan pölyn mukana hengityselimiin. (Finnish Consulting Group Oy 2009)

Dioksiinit vaikuttavat ihmisen terveyteen ravinnon kautta. Parhaiten tunnettu terveys-haitta on klooriakne, ihon ja sidekalvojen tummuminen ja lapsilla on todettu hammas-vaurioita. TCDD:llä voi olla myös vaikutuksia luuytimeen ja imusolmukkeisiin. (THL 2008.)

6.2 Öljyhiilivedyt

Öljyhiilivedyillä pilaantuneita kohteita Suomessa on runsaasti, ja yleisimpiä ovat polttoaineen jakelupisteet ja huoltamot. Terveydelle haitallisimpia aineita öljyhiilivedyistä ovat moottoribensiinin sisältämä MTBE, dieselpolttoaine ja raskas polttoöljy, lisäksi vesiliukoiset yhdisteet kuten oksygenaatit, TAME sekä aromaattiset yhdisteet, kuten bentseeni. Näistä bentseeni on tunnettu leukemiaa aiheuttavana aineena.

Öljyhiilivedyillä pilaantuneessa maaperässä on otettava huomioon moottoribensiinin ominaisuus syttyä ja palaa helposti. Esimerkiksi raskaat koneet ja tupakointi saattavat aiheuttaa kipinöitä, jotka riittävät sytyttämään alueen tuleen. Alueilla joilla hiilivety- ja bensiinipitoisuudet ovat merkittäviä, on syytä suojata hengitystiet. MTBE:n myrkyllisyys ihmiselle on pieni, mutta se on hyvin tulenarka. Erilaiset liuottimet poistavat ihon luonnollisen suojaavan rasvan kuivattaen ihoa ja altistaen ihottumalle. Raskaana olevien ei tule altistua bentseenille. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

6.3 Raskasmetallit

Kaikki metallit, joiden tiheys on suurempi kuin 5 g/cm^3 luokitellaan raskasmetalleiksi. Yleisesti raskasmetalleilla pilaantuneita kohteita ovat ampumaradat, vanhat valimo- ja metalliteollisuusalueet, romuttamot ja puunkyllästämöt. Yleisempiä raskasmetalleja maaperässä ovat lyijy, arseeni, kromi-VI ja kupari. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Raskasmetallit eivät haihdu ilmaan, mutta saattavat kulkeutua ilmassa pölyn mukana. Raskasmetalleja pääsee ympäristöön ihmisen toiminnan seurauksena sekä myös luonnon omien prosessien kautta. Ilmakehään raskasmetalleja pääsee ihmisen toiminnan seurauksesta. Pääosin tämä tapahtuu polttoprosesseista, kuten fossiilisten polttoaineiden

ja jätteiden poltosta sekä muiden kuin rautametallien tuotannosta. Polttoprosesseista aiheutuu noin kaksi kolmasosaa ilmakehän kromin, elohopean, arseenin, kadmiumin, kuparin ja sinkin päästöistä. Luonnosta peräisin olevista raskasmetallipäästöistä on vähän tutkittua tietoa ja ne ovat epätarkkoja. Kuitenkin niiden arvioidaan olevan kymmenkertaisesti ihmisen aiheuttamia päästöjä pienemmät. (Valtion ympäristöhallinto 2009)

Raskasmetallit eivät yleensä imeydy merkittävästi ihon lävitse. Arseeni, kadmium, kromi VI ja kromitrioksidi aiheuttavat syöpää. Raskaana olevien on välttävä raskasmetallialueita. (Finnish Consulting Group Oy 2009)

6.4 PAH-yhdisteet

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH, ovat kahdesta tai useammasta fuusioituneesta bentseenirenkaasta muodostuneita. Niitä muodostuu epätäydellisen palamisen seurauksena ja ovat yleisiä elinympäristössämme. Muun muassa kivihiilipiki, kivihiiliterva, noki, asfaltti, bitumi, terva, kreosoottiöljyt ja muut kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, käytetyt moottoriöljyt ja pakokaasu sisältävät PAH-yhdisteitä. Rakenteiden vesieristeenä on käytetty myös PAH-yhdisteitä sisältäviä kivihiilitervaan perustuvia materiaaleja.

PAH-yhdisteet aiheuttavat perimämuutoksia ja syöpää. Työoloissa PAH-yhdisteille altistutaan useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. (YIT 2011)

6.5 Asbestituotteet

Asbestia on käytetty muun muassa lämmön- ja paloneristeenä, asbestisementtilevyissä, lattiamateriaaleissa, laivanrakennuksessa, kitkamateriaaleissa ja tiivisteissä. Asbestin käyttö on kielletty vuodesta 1994, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Asbesti on mineraalikuilu, jota voi esiintyä erimuodoissa. Asbestikuidut ovat ohuita, noin 0,05 - 3 µm paksuisia, ja ne pääsevät helposti keuhkorakkuloihin asti. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

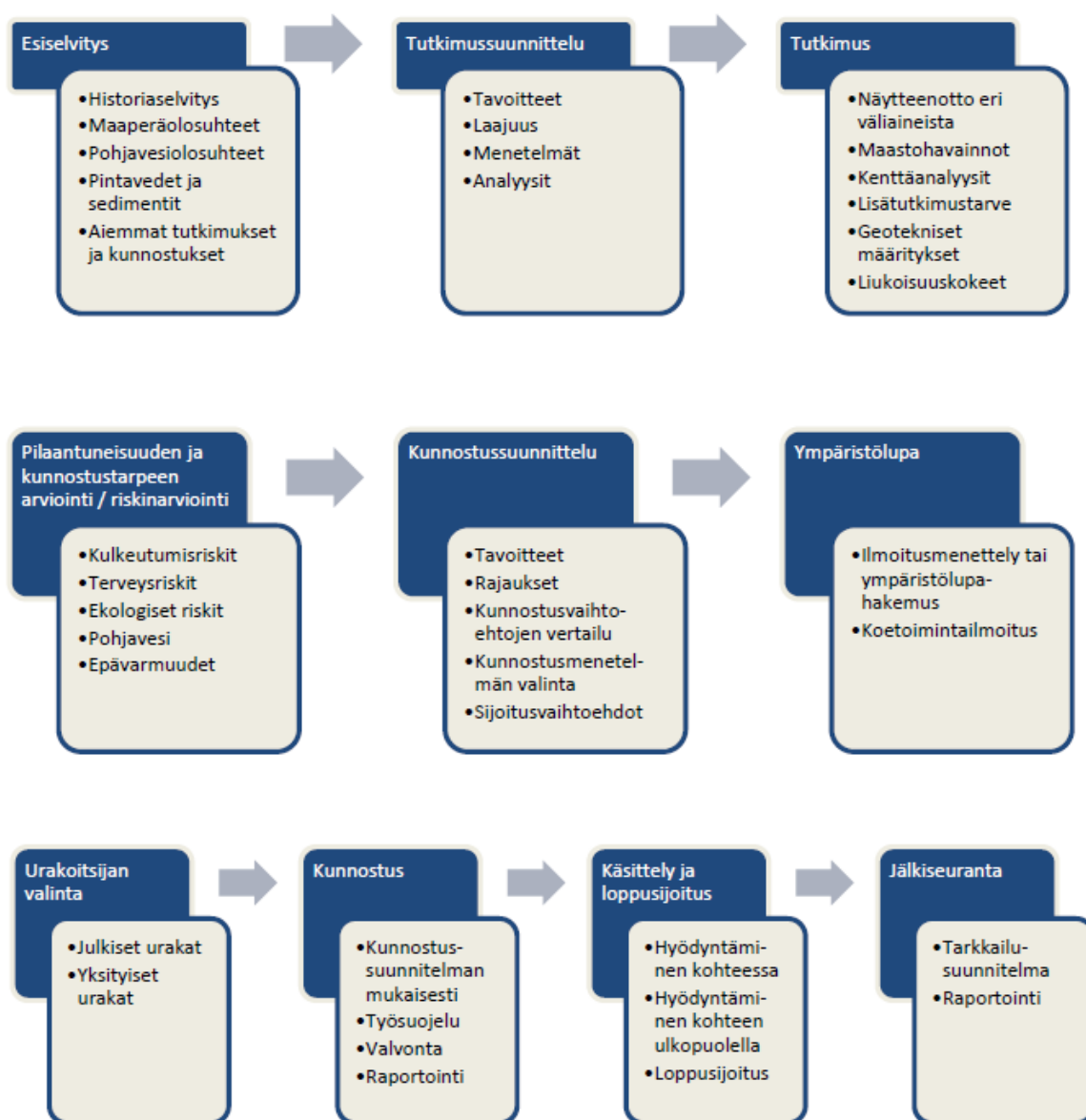
Asbestipöly aiheuttaa asbestoosia, keuhkosyöpää ja keuhkopussin mesoteliomaa sekä muita sairauksia ja keuhkomuutoksia. Asbestista johtuvilla sairauksilla on noin 10–50

vuoden viive altistumisen alkamisesta sairauden puhkeamiseen. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

7 Pilaantuneen maaperän puhdistustoimenpiteet yleisesti Suomessa

Pilaantuneiden maaperien puhdistuksessa tavoitteena on poistaa terveydelle tai ympäristölle aiheutuva vaara tai haitta. Jos pilaantuneen maa-alueen täysivaltainen puhdistaminen on mahdotonta, pyritään pilaantumisen aiheutuva haitta ja vaara saada merkittävästi pienemmäksi. Ympäristösuojelulainsäädäntö määrää, että puhdistaminen on suoritettava parasta käyttökäytäntöä käyttäen ja niin, että siitä ei aiheudu lisävahinkoa ympäristölle. Pilaantuneen maa-aineksen puhdistamisurakka alkaa aina haitta-aineen esiselvityksellä.

Kuvassa 4 on esitetty maan pilaantuneen maaperän puhdistustoimenpiteiden toimintajärjestys. Pilaantuneen maan puhdistusprojektissa lähdetään aina liikkeelle esiselvityksestä. Siinä selvitetään puhdistettavan alueen historia, maaperä, vesistöolosuhteet ja mahdolliset aiemmat tutkimukset. Niiden kartoituksen jälkeen tehdään tutkimussuunnitelmaan, jossa kirjataan kunnostusprojektin tavoitteet, laajuus, käytettävät menetelmät ja analyysit. Tämän jälkeen alueelle tehdään varsinainen maaperätutkimus, jossa tehdään näytteenottoja ja erilaisia analyysieja ja kokeita. Näiden jälkeen alueelle tehdään riskiarviointi ja kunnostustarpeen arviointi. Alueesta selvitetään muun muassa mahdolliset kulkeutumis-, terveys- ja ekologiariskit. Tämän jälkeen päästään tekemään kunnostussuunnitteluun, jossa tehdään kunnostukselle tavoitteet, rajaukset ja kunnostusmenetelmien valinta. Kunnostussuunnitelman jälkeen projektille haetaan ympäristölupa. Kun lupa on saatu, voidaan projektille valita urakoitsija, joka aloittaa kunnostuksen kenttätöet. Kunnostuksen vaiheen loputtua puhdistettavasta alueesta riippuen alueelle järjestetään jälkiseuranta, jota varten tehdään tarkkailusuunnitelma.



Kuva 4. Pilaantuneen maan kunnostuksen vaiheet ja järjestys (ELY-keskus 2011)

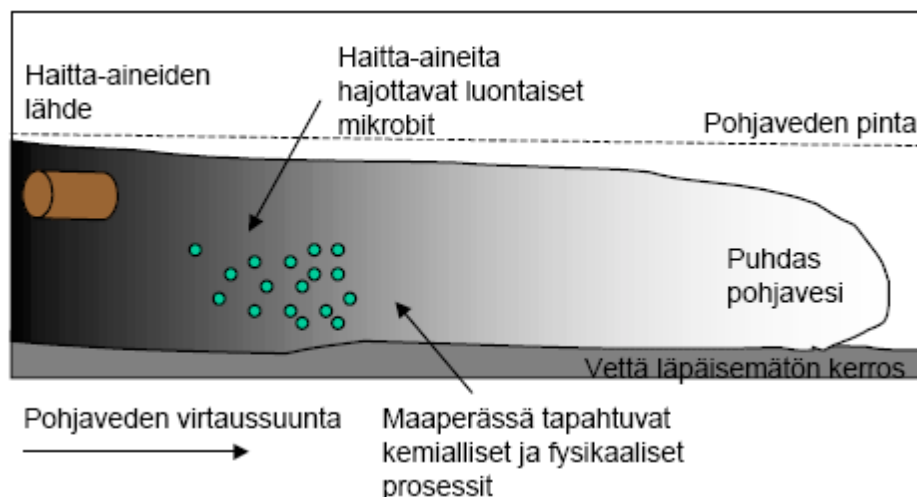
Maanpuhdistusmenetelmiä Suomen oloissa on useita. Jokainen maanpuhdistusurakka on omanlaisensa ja siihen täytyy valita parhaiten käyvä menetelmä. Valintaan vaikuttavat teknisen soveltuvuuden ja taloudellisten rajoittuneisuuden lisäksi käytettävissä oleva aika, hankkeen lailliset edellytykset, alueen maalajit, haitta-aineet ja niiden pitoisuusmäärät. Maanpuhdistusmenetelmät perustuvat joko fysikaalisiin, kemiallisiin tai biologisiin reaktioihin. On myös menetelmiä, jotka eivät pyri haitta-aineen hävittämiseen, vaan niiden päämääränä on estää leviäminen ja näin pyrkiä poistamaan vaaratekijät terveydelle ja ympäristölle. Joissakin tapauksissa maa-ainekselle voidaan käyttää useita

menetelmiä, niin että ne täydentävät toisiaan. Tällaisia tapauksia voi olla esimerkiksi, kun maaperä on pilaantunut usean eri yhdisteen johdosta tai kun haitta-aine pitoisuudet ovat hyvin korkeat. Pilaantuneita maita voidaan puhdistaa maata tai pohjavettä siirtämättä (on situ), paikan päällä (on site) tai viedä maa-aines muualle puhdistettavaksi (off situ). (Ympäristöhallinto 2011.)

Työn alustuksessa mainittiin jo, että Suomen oloissa yleisin puhdistusmenetelmä on massanvaihto. 91 prosentissa kunnostettavista kohteista suositeltiin käytettäväksi menetelmäksi massanvaihtoa. Lisäksi neljässä prosentissa kohteista massanvaihtoa suositeltiin käytettäväksi jonkin muun menetelmän rinnalla. Kunnostusmenetelmien seurauksena kaivettuja pilaantuneita maita syntyy Suomessa vuosittain noin 1,5 miljoonaa tonnia. Yleisesti nämä ovat lievästi pilaantuneita ja näistä massoista noin puolet käytetään kaatopaikoilla sellaisinaan kaatopaikan peitemaina tai rakenteissa. Hyödyntämättä jää noin 4,5 prosenttia kaivetuista maista. (Ympäristöhallinto 2011.)

7.1 Luontainen biohajoaminen

Luontaisessa biohajoamisessa annetaan pilaantuneen maan puhdistua vaaditulle tasolle luontaisesti tapahtuvan biologisten, kemiallisten ja fysikaalisten prosessien vaikutuksesta. Menetelmää voidaan soveltaa biohajoavilla orgaanisilla yhdisteillä, esimerkiksi öljyhiilivedyillä ja klooratuilla liuottimilla pilaantuneen maaperän tai pohjavesien puhdistamiseen. Menetelmän soveltaminen vaatii seuranta ja prosessin hallintaa. Menetelmässä tarvitsee ensin arvioida tarkkaan, riittääkö haitta-aineiden puhdistamiseen pelkkä luontaisten prosessien aiheuttama hajoaminen ja miten nopeasti hajoaminen tapahtuu. Puhdistumisen etenemistä on seurattava maaperä- ja pohjavesinäytteillä, joilla voidaan todentaa, onko puhdistumista tapahtunut. (Penttinen 2001, 10-11.)



Kuva 5. Luontaisen biohajoamisen perus periaate. (Penttinen R 2001.)

Luontaisessa puhdistumisessa nopealiikkeiset haitta-aineet sekoittuvat huokoskaasuun ja pinta-, orsi- sekä pohjavesiin ja ovat näin alttiita maassa tapahtuville luontaisille prosesseille, jotka pienentävät haitta-aine pitoisuuksia. Luontainen hajoaminen ei juuri tehoa suurimolekyylisiin orgaanisiin yhdisteisiin, koska ne ovat vaikeasti hajoavia ja sitoutuvat maapartikkeleihin. ((Penttinen 2001, 10-11.)

Luontainen biohajoaminen on suhteellisen harvinainen maanpuhdistusmenetelmä, koska sen sopivuuteen vaikuttavat monet eri tekijät. Maan pintakerroksen haitta-aineiden kulkeutumiseen ja sitä kautta hajoamiseen vaikuttavat eri tekijät. Esimerkiksi maan pH:n muututtua tai maata kaivettaessa olosuhteet voivat muuttua. Liikkuvat sitoutumattomat haitta-aineet haihtuvat, hajoavat tai huuhtoutuvat. Maapartikkeleihin sitoutuneet haitta-aineet hajoavat puolestaan hyvin hitaasti. Maaperään vaikuttava eroosio saattaa kuljettaa maapartikkeleihin sitoutuneita haitta-aineita. (Penttinen 2001, 10-11.)

Luontaista biohajoamista käytettäessä on otettava huomioon seuraavat haasteet. Haitta-aineen lisälevinneisyys on estettävä suojaamalla herkästi altistuvat kohteet. On myös otettava huomioon mahdolliset pysyvät yhdisteet ja estää niiden leviäminen kunnostuksen aikana. Haitta-aineiden määrän väheneminen kohtuujassa on todistettava. Geologisten ja geokemiallisten olosuhteiden tulee olla sopivia biohajoamiselle. Kenttä- ja laboratoriokokeiden on tuettava saatuja tuloksia. (Penttinen 2001, 10-11.)

Biohajoamisen suurin rajoitus on sen sopiminen vain orgaanisille haitta-aineille, epäorgaanisten jäävän soveltuvuusalueen ulkopuolelle. Maalajeista menetelmälle sopivat parhaiten orgaaninen maa ja hiekka, myös siltti, savi ja moreeni toimivat, mutta eivät niin hyvin. Menetelmän teknisistä rajoituksista merkittävimmät ovat pitkä käsittelynkesto aika ja pitkäaikaisen seurannan kustannukset. Lisäksi hajoamis- ja muuntumistuotteet saattavat olla alkuperäisiä yhdisteitä haitallisempia ja maaperän asettamat rajoitukset sekä Pohjaveden käyttö rajoittuvat kunnostuksen ajaksi. (Penttinen 2001, 10-11.)

Luontaista biohajoamista ei ole sovellettu Suomessa, mutta menetelmää on tutkittu. Suurimmaksi ongelmaksi Suomen oloissa tulee kylmä sää, joka hidastaa huomattavasti hajoamista. ((Penttinen 2001, 10-11.)

7.2 Geosäkki

Geosäkkien käyttö maanpuhdistamisessa on varsin uutta tekniikkaa. Suomessa sitä on alettu käyttää 2000-luvulla. Geosäkkejä käytetään pohjasedimenttien ja vastaavan hyvin lietemäisen maa-aineksen kuivattamiseen. Geosäkkien toimintaperiaate perustuu veden ja hienoaineksen erottamiseen suodattamalla. Vesistön pohjassa sijaitseva puhdistettava sedimentti ruopataan ja pumpataan samalla rannalle levitettäviin geosäkkeihin. Vesi poistuu geosäkeistä painovoiman avulla, jolloin säkkiin jää pilaantunut hienomaa-aines. Veden poistuminen tapahtuu siis passiivisesti ilman koneellista apua. Ruopattavaan sedimenttiin voidaan pumppausvaiheessa halutessa lisätä kemikaaleja, jotka suurentavat hienomaa-aineksen palakokoa, jolloin suurempi osuus maa-aineksesta jää geosäkkiin. Geosäkkien toimintaa ei välttämättä tarvitse valvoa, mutta se on kuitenkin varsin suotavaa. Esimerkiksi pumpattaessa pohjasedimentin ja veden suhteen täytyy olla sopiva, jotta putket eivät tukkeudu. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Geosäkin täytyttyä, alkaa varsinainen maa-aineksen kuivatus ja veden poisto. Säkin annetaan kuivua niin pitkään, että haluttu kuiva-ainepitoisuus on saavutettu. Tällä tekniikalla kuiva-ainepitoisuudeksi saadaan noin 30-50 %. Säkin kuivatusaika riippuu sedimentin laadusta, yleensä puhutaan kuukausista. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Geosäkit täytetään vieriviereen ja niiden alle asennetaan ensiksi suodatinkalvo tai muovi. Kalvona voidaan käyttää esimerkiksi HDPE-kalvoa. Kalvolla pystytään säätämään haluttu virtauskohta ja loppupiste ulos tulevalle vedelle. Vesi voidaan valuttaa esimerkiksi jälkisaostusaltaaseen tai suodatinkankaan läpi, jolloin saadaan vielä viimeiset ja hienoimmat sedimentit suodatettua pois. Kuitenkin usein ulos tuleva vesi on niin puhdasta, että sitä ei tarvitse jatkokäsitellä, vaan se voidaan laskea suoraan maaperään tai vesistöön. Joissakin tapauksissa vesi voidaan myös kierrättää uudestaan, jolloin saadaan suodatettua lisää haitta-aineita vedestä. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)



Kuva 6. Kuvassa on Joensuun Penttilänrannassa käytettyjä geosäkkejä. Keskimmäinen säkki on leikattu auki lastausta varten.

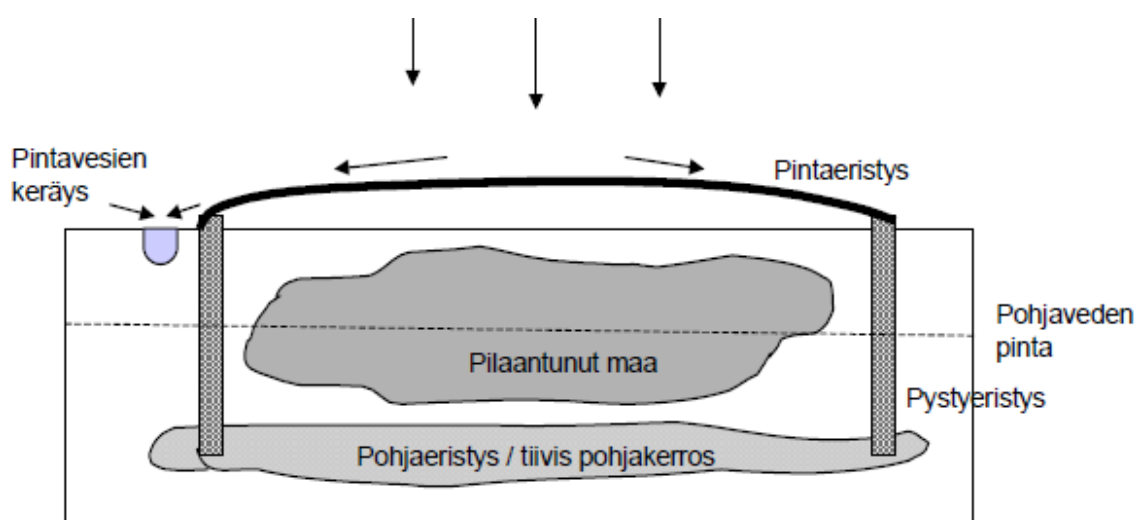
Geosäkkien kuivettua haluttuun kuiva-ainespitoisuuteen, ne leikataan auki ja kuivunut sedimentti viedään jatkokäsittelyyn. Käytettyjä geosäkkejä ei voida käyttää uudelleen.

7.3 Eristys

Eristämisessä maaperässä olevaa haitta-ainetta ei poisteta, vaan sen leviäminen ympäristöön estetään. Menetelmässä pilaantuneet maa-ainekset kasataan ja eristetään in situ tai se kuljetetaan vaihtoehtoiseen paikkaan käsiteltäväksi. Käsittelyssä estetään sade-, pinta- ja pohjaveden pääsy pilaantuneeseen maa-ainekseen. Myös ilman pääsyä maa-ainekseen vähennetään, kuten myös haitta-aineen reagoitua hapen kanssa. Samalla eläinten ja ihmisten pääsy haitta-aineiden vaikutusalueeseen estyy. Menetelmä ei kui-

tenkaan poista haitta-ainetta maaperästä. Tämän vuoksi haitta-aineet muodostavat tietynlaisen ympäristöriskin, silloin kun eristys pettää. (Penttinen 2001, 40-41.)

Eristyksessä voidaan käyttää parhaiten maa-aineksille, joiden liikkuvuus on pientä. Menetelmää käytetään yleisemmin maihin, jotka ovat pilaantuneet epäorgaanisilla aineilla, kuten metalleille ja syanideille. Myös asbestilla pilaantuneisiin maa-aineksiin voidaan käyttää kyseistä menetelmää. Eristäminen ei siis sovellu tai soveltuu huonosti orgaanisille, erityisen liikkuville haitta-aineille. Lisäksi menetelmä ei sovellu haihtuville yhdisteille.



Kuva 7. Eristyksen periaate (Penttinen 2001)

Pintaeristyksen pääasiallinen tarkoitus on estää sadevesien imeytyminen pilaantuneeseen maa-ainekseen. Eristämismateriaaleina voidaan käyttää luonnon omia tai synteettisesti valmistettuja raaka-aineita. Eniten käytettyjä materiaaleja Suomessa ovat sementti, bentoniitti tai bentoniitin ja maa-aineksen seos, savi sekä muovista tai kumista valmistetut geomembraanit. Kaatopaikkojen vastaavassa eristämisessä käytetään yleisemmin kivihiilen lentotuhkaa, kuitulietettä metsäteollisuudesta tai siistausjätettä metsäteollisuudesta. Pintaeristystä käytetään vain kohteissa, joissa haitallista maa-ainesta voi lähteä liikkeelle sadeveden mukana ja liikkua ulos eristetyltä alueelta. (Penttinen 2001, 40-41.)

Pystyeristyksen tehtävänä on eristää maa-aines maaperästä ja pohjavedestä sekä estää siitä lähtevien likaisten suotovesien pääsy ympäristöön. Pystyeristys vaikuttaa pohjave-

den virtaukseen ja pinnan tasoon sekä vähentää myös kaasupäästöjä. Pystyristys myös vakauttaa maaperää. Ellei pilaantuneen maaperän alla oleva maakerros ole tarpeeksi tiivis, voidaan tiiveyttä parantaa injektoimalla maahan joko sementtiä tai bentoniittiä. (Penttinen 2001, 40-41.)

Menetelmän käytössä täytyy ottaa huomioon tiettyjä asioita. Eristyksen on kestävä ehjänä pitkään, jopa satoja vuosia. Eristyksen tiiviyteen voi vaikuttaa eristetyn maa-aineksen biologinen toiminta, kemialliset reaktiot ja fysikaaliset prosessit. Rakennusvaiheessa ja paikan valinnassa on huomioitava, että eristystä ei tulisi rakentaa kasvien juurien ulottuville. Lisäksi eristyksen jälkeen on tehtävä jälkiseuranta erityisesti suotovesien tarkkailussa. Samaa tekniikka voidaan käyttää myös osalla kaatopaikoista, joissa pyritään eristämään jätteiden vaikutus puhtaaseen maa-ainekseen ja vesistöihin. (Penttinen 2001, 40-41.)

7.4 Puhdistusmenetelmien vertailua

Maan puhdistusmenetelmistä on tehty erilaisia tutkimuksia niiden soveltuvuudesta erihaitta-aineiden puhdistamiseen. Tutkimuksissa seurataan erilaisin menetelmin haitta-ainepitoisuuksien muutosta pilaantuneessa kohteessa.

Esimerkkinä tällaisesta tutkimuksesta oli Life-hanke (2003 - 2006), jossa tarkoituksena oli selvittää monitoroidun luontaisen puhdistamisen soveltuvuutta öljyllä pilaantuneiden maa-alueiden kunnostukseen Suomessa. Tutkimuksen pääkohteena olivat menetelmän käyttämä aika puhdistukseen ja sen riskit tutkimuksen aikana ja jälkeen. Kohteena hankkeessa oli käytöstä poistettu Trollbergetin kaatopaikka Hangon kaupungin lähistöllä. Kaatopaikalla oli käsitelty muun muassa öljyisiä jätteitä.

Edellisissä kappaleissa käytiin läpi kolme erityyppistä, osin jo käytössä olevaa maan puhdistusmenetelmää. Menetelmiä on kuitenkin olemassa sen verran monta että niiden läpikäymiseksi pintapuolisesti on koostettu lista liitteessä 1. Liitteessä 1 on listattu käytössä tai tutkimuksen alla olevia maan puhdistusmenetelmiä. Tiedot ovat vuodelta 2001, joten varsinkin kustannusarviot ovat nykyään vain suuntaa-antavia. Listassa on mainittu jokaisen menetelmän käyttökokemukset joko Suomessa tai maailmalla. Lista on myös

kirjattu menetelmille sopivat orgaaniset ja epäorgaaniset haitta-aineet sekä soveltuva maalaji. Menetelmän tyyppi, käsittelypaikka ja -kesto ovat myös mainittu. Taulukosta huomaa miten laaja valikoima eri puhdistusmenetelmiä on jo käytössä tai tutkimusten alla.

Joittenkin menetelmien hinta-arvioita on vaikea määrittää niiden vähän käytön takia, sekä niiden erilaisuuden ja käyttötavan takia. Osa menetelmistä hinnoitellaan puhdistettavan maaperän tonnimäärän perusteelle, osassa menetelmiä maan puhdistaminen tapahtuu ilman maan muokkausta ja näille menetelmille hinnoittelu tapahtuu yleensä pinta-alan mukaan. Myös haitta-aine ja sen määrä voi vaikuttaa menetelmien käyttökustannuksiin.

Menetelmien soveltuminen eri maaperiin on listassa merkitti +, (+) tai - -merkein, sekä värein. + -merkillä ja vihreällä merkatut maalajit soveltuvat hyvin menetelmällä, ovat pääasiassa tällä maaperällä tarkoitettu. (+) ja oranssilla värillä merkatut maalajit soveltuvat käytettävällä menetelmällä kohtalaisen hyvin. – -merkillä ja punaisella värillä merkatut maalajit eivät sovellu ollenkaan menetelmälle.

8 Case Penttilänranta

Tämän opinnäytetyön fyysisessä osassa tehtiin YIT:lle Penttilänrannan SA U2:n loppuraportti. Loppuraportti sisältää salassa pidettävää tietoa sen verran, että siitä päätettiin tehdä Case-tyyppinen katsaus itse opinnäytetyössä käytyyn asiaan. Penttilänrannassa ei varsinaisesti käytetty maanpuhdistusmenetelmiä, vaan kyseessä oli pääosin massanvaihto. Pilaantuneille maille suunnatuista menetelmistä käytettiin geosäkki-menetelmää ja maankapselointia.

Maarakennus- ja puhdistuskohde on Joensuun kaupungin Penttilän kaupunginosassa sijaitseva vanha Penttilänrannan saha-alue. Alueella on harjoitettu puuteollisuutta 1800-luvulta lähtien. Kohteen maaperä on pilaantunut pääosin puunjalostusaineista peräisin olevilla dioksiineilla, furaaneilla, raskasmetalleilla, kloorifenoleilla, PAH-yhdisteillä ja

öljyhiilivedyillä. Alueella ollut saharakennus paloi vuonna 1996. Alueella on jäljellä rakennusten perustuksia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Maanpuhdistustyö perustuu FCG Planeko Oy:n tekemiin haitta-ainetutkimuksiin 6.-8.10.2008. Tulevasta maanpuhdistushankkeesta haettiin ympäristölupaa vuonna 2009 ja työt alueella aloitettiin 1.5.2010.

Alueen omistaa Joensuun kaupunki, joka on sopinut maanpuhdistusurakan toisesta vaiheesta, SA U2 -urakasta, YIT Rakennus Oy:n infrapalvelun kanssa. Joensuun Penttilänrannan alueen Joensuun kaupunki osti UPM:ltä mitättömällä yhden euron kauppahinnalla. Näin UPM säästyi maanpuhdistusurakan kuluilta ja vastuu siirtyi Joensuun kaupungille. UPM:llä ei ollut enää käyttöä kyseiselle alueelle, joten alueesta olisi tullut vain turhia kustannuksia UPM:lle. Vastaavasti Joensuun kaupungilla on tarvetta laajentaa asuinalueitansa ja Penttilänrannalla on hyvä sijainti sekä ranta-alue. Joensuun kaupunki toteuttaa alueelle suuren asuinaluehankkeen ja hyötyy näin taloudellisesti alueen puhdistamisesta.

Alueella on toiminut saha vuodesta 1871. Saha paloi vuonna 1896, mutta se rakennettiin uudelleen. Vuonna 1918 sahaa laajennettiin yhdistämällä siihen kahden muun Joensuulaisen sahan toiminnot. Valmistuttuaan se oli Pohjoismaiden suurin sahalaitos. Sahan toimintaa laajennettiin voimakkaasti myös 1920-luvulla. Sahan toiminta silloisen omistajansa Rauma-Repolan toimesta jatkui vuoteen 1988 asti. Sahan lähes tyhjillään olevat rakennukset paloivat vuonna 1996. Alueella sijaitseva suojeltava rakennus, Penttilän hovi, toimi sahan omistajan omakotitalona. Hirsi- ja lautarakenteinen saharakennus oli 2 200 m²:n suuruinen. (Itä-Suomen Yliopisto.)

Pilaantuneiden maiden puhdistusurakasta on velvoite raportoida pilaantuneiden maaperien kaivuista, kuljetuksista sekä loppusijoituspaikoista. Urakasta täytyi tehdä myös loppuraportti tilaajan vaatimuksien mukaisesti. Seuraavassa on kerrottu Penttilänrannan puhdistusvaiheista. Opinnäytetyön käytännön osa noudattaa YIT:lle laadittua loppuraporttia niiltä osin kuin tiedot ovat julkisia.

Viitaten kuvaan 4, Penttilänrannan urakka eteni varsin hyvin tuon kuvan mallin mukaisesti. Alueesta tehtiin esiselvitys, jossa selvitettiin alueen historiaa ja alueella jo aikai-

semmin tehtyjen maaperän haitta-aine mittausten tuloksia. Alueen maaperästä otettiin haitta-aine näytteitä ja analysoitiin ne ja tehtiin niiden perusteella riskikartoitus. Kunnostussuunnittelussa alue rajattiin nykyiseen muotoonsa ja alueen kunnostukselle asetettiin tavoitteet. Urakalle saatiin ympäristölupa ja valittiin pääurakoitsijaksi YIT. YIT aloitti kunnostuksen ja määrittä urakka-alueelta tulleille pilaantuneille maamassoille loppusijoituspaikan.

8.1 YIT

YIT on eurooppalainen merkittävä kiinteistö- ja rakennusalan sekä teollisuuden palveluyritys. Se tarjoaa palveluja rakentamisen ja kiinteistötekniikan osa-alueilla ja elinkaaren eri vaiheissa. YIT toimii Pohjoismaissa, Venäjällä, Baltiassa ja Keski-Euroopassa rakentaen, kehittäen ja ylläpitäen hyvää elinympäristöä. Vuoden 2010 liikevaihto oli 3,8 miljardia euroa ja henkilöstöä palkkalistoilla oli noin 26 000. Yhtiö noteerataan NASDAQ OMX Helsinki Oy:ssa. (YIT 2011.)

YIT:n historia yltää vuoteen 1912 asti, jolloin Yleinen Insinööritoimisto perustettiin Suomeen. 1900-luvun puolivälin jälkeen yritys alkoi kansainvälistyä voimakkaasti lähinnä Neuvostoliittoon ja Lähi-Itään. Nykyisen muotonsa YIT sai, kun se yhdistyi vuonna 1987 Perusyhtymän ja Perusyhtymän omistuksessa olleen Vesto-ryhmän kanssa. Tämän jälkeen YIT hankki omistukseensa suomalaisen Huber OY:n ja ruotsalaisen Calor Ab:n. Tämä laajensi toimintaa teollisuuden projekteihin, kunnossapitoon sekä talotekniikkaan. 1990-luvulla YIT laajensi talonrakennustoimintaansa yritysostoilla Liettuassa ja Venäjällä. 2000-luvulla YIT on laajentanut toimintaansa monilla yritysostoilla, joista merkittävimpiä ovat ABB:n kiinteistötekniisten liiketoimintojen osto Pohjoismaissa, Baltiassa ja Venäjällä. (YIT 2011.)

YIT on Suomen suurin omaperustaisten asuntojen rakentaja ja suurin yksityisten teiden kunnossapitäjä. YIT listaa yhtiön arvoiksi seuraavat neljä kohtaa: paras palvelu, jatkuva oppiminen, toimiva yhteistyö ja hyvä tulos. (YIT 2011.)

9 Puhdistuskohteen kuvaus

9.1 Sijainti ja omistussuhteet

Maanpuhdistuskohde sijaitsee Joensuun kaupungin Penttilän kaupunginosassa. Alue on Pielisjoen varressa noin kilometrin päässä keskustasta. Alue on merkitty nykyisessä ruutukaavassa pääosin teollisuusalueeksi. Alue rajoittuu pohjoispuolelta Pielisjokeen, länsiosaltaan sahan vanhaan kaatopaikkaan ja kaakossa rautatiehen, jonka takana on käytössä oleva teollisuusalue. Itäpuolella alueesta sijaitsee ammattiopiston kiinteistöjä, Mäntylän asuinalue ja kauempana päärautatie. Tällä suunnalla lyhyin matka asuinalueesta puhdistettavaan alueeseen on 300 metriä. Asuinalueen ja kunnostettavan alueen väliin jää puiden ja pensaiden muodostama viheralue. Lähin kerrostaloalue sijaitsee Repolankadulla, jossa alueiden väliseksi matkaksi muodostuu noin 60 metriä. Alueen pohjoispuolella lähimpiin kerrostaloihin matkaa kertyy noin 250 - 300 metriä ja alueen eteläpuolella lähimmät kerrostalo- ja omakotiasutukset ovat noin 300 metrin päässä alueesta. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

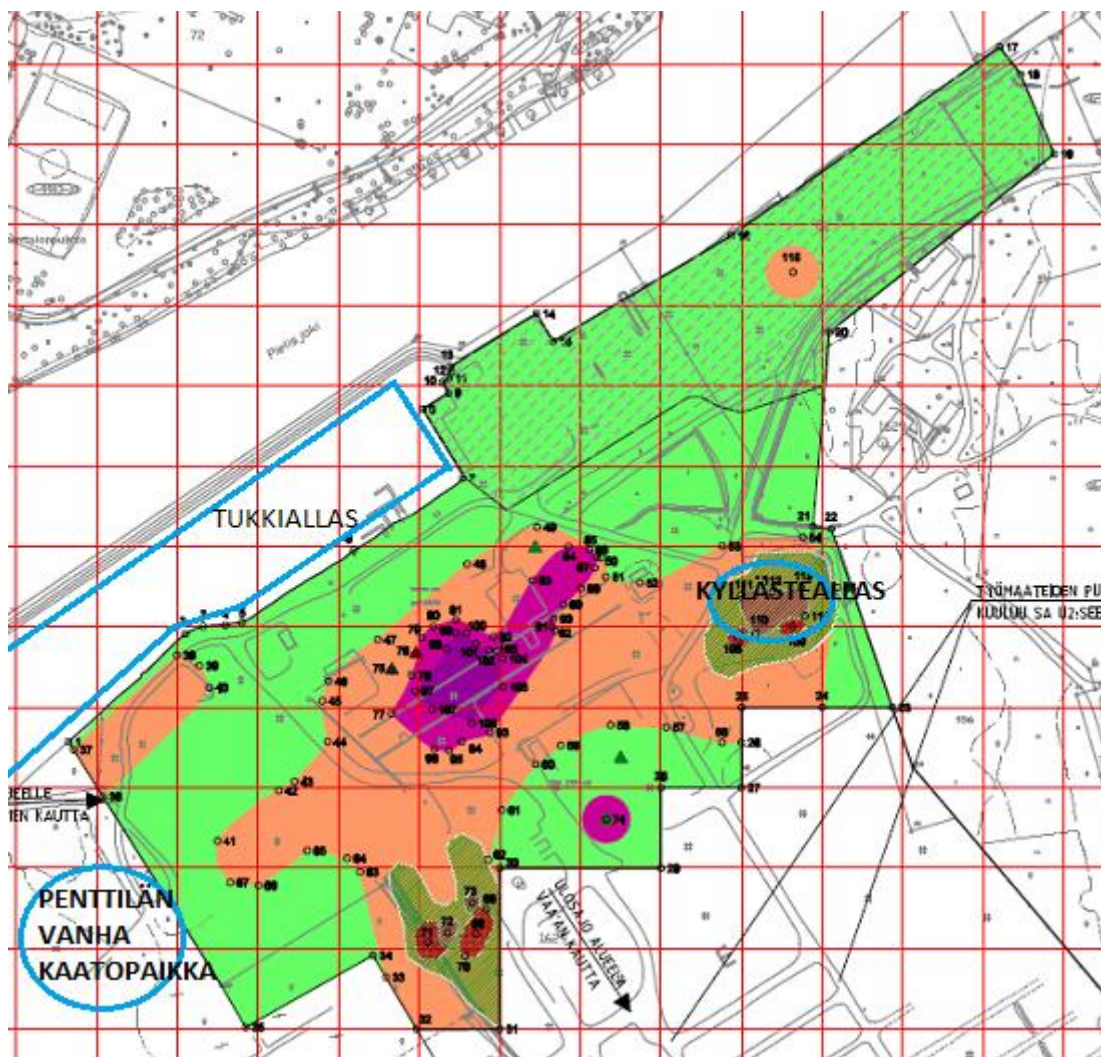
Alueella sijaitsee vanha Penttilänhovi. Penttilänhovin puutarha- ja piha-alue sijaitsee vanhalle Penttilän kaatopaikalle menevien rautatiekiskojen ja Kuhansalontien välissä. Lyhyimmillään Penttilänhovin asuinrakennuksiin matkaa kertyy noin 40 - 90 metriä. Alueen piha-alue sijoittuu aivan kunnostettavan alueen aitaukseen asti. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alueella olevat rakennukset on purettu, mutta niiden perustukset ovat purkamatta. Perustuksia on noin 9 700 m²:n alueella. Osa purkujätteistä alueella on läjitetty. Alueella on neljä kappaletta sahan vanhoja teräksisiä raameja ja tiilimuuri, jotka ovat museoviraston suojelemia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Penttilän vanhan saha-alueen omistivat kaksi tahoa, UPM Oyj:n kiinteistöyhtiö Bonvesta Oy ja Joensuun kaupunki. Bonvestan omistamat maa-alueet olivat saastuneita ja vaativat kokonaan puhdistamista. Joensuun kaupunki osti Bonvesta Oy:ltä alueet nimelli-

seen yhden euron kauppahintaan. Maakaupan yhteydessä maanpuhdistusvelvollisuus siirtyy Joensuun kaupungille.

Kunnostettavan saha-alueen U2 laajuus on noin 145 000 m². Alueen sijaintikartta ja kunnostettavan alueen rajausta on esitetty kuvan 8 kartassa.



Kuva 8. Urakka-alueen rajausta ja nimetyt alueet (Finnish Consulting Group Oy 2009)

Joensuun kaupunki on tehnyt alueelle hyväksytyn osayleiskaavan vuonna 2002, ja sen mukaan alueelle tullaan sijoittamaan asuin-, yritys- ja virkistystoimintoja. Aluetta tullaan kehittämään keskustatyyppisen asumisen laajenemisalueena sekä keskustan tuntumaan sijoittuvana pientalovaltaisena alueena. Asumisen ohella alueelle on tavoitteena lisätä työpaikkoja. Nykyisen tukkialtaan tilalle tulee pienvenesatama.

9.2 Urakka-alueen maaperä-, pohja- ja pintavesitiedot

Maanpuhdistusalue koostuu noin 0,2 - 2,0 metrin paksuisesta täyttömaasta. Täyttömaan todettiin sisältävän mm. sahanpurua, betonia, tiiltä, puuta ja muuta jätettä. Alueen tienpohjissa on käytetty lankkuarinoita. Maa koostuu pääosin savesta, siltistä, hienosta hiekasta ja moreenista. Alue sijaitsee noin +77-83 metrin tasolla. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alue ei sijaitse pohjavesialueella. Alueella pohjaveden pinnan taso vaihtelee 76,5 - 79,5 metrin tasolla. Pinnankorkeuteen vaikuttaa läheisen vesistön, Pyhäselän, vedenkorkeus. Alueella on 15 pohjaveden tarkkailupistettä. Osasta koekuoppia havaittiin orsivettä noin 1,0 metrin syvyydellä. Alueelle tulevat sadevedet suotautuvat maaperään pohja- tai orsivedeksi. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Saha-alueella oleva tukkiallas on erotettu maapenkalla Pielisjoesta. Pinta-alaa altaalla on noin kolme hehtaaria ja tilavuus on noin 90 000 m³. Sedimentin paksuus altaan pohjassa on noin 1-1,5 metriä ja vedenkorkeus riippuen Pielisjoesta 2,5–3,5 metriä. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Altaan ja reunapadon alapuolinen pohjamaa on suurilta osin savista silttiä, jonka alla on tiivis moreeni. Kairaamalla saatujen tulosten perusteella lounaispäässä padon alla on noin 7 metrin paksuinen savinen silttikerros, jonka alla on 3-4 metriä tiivistä silttiä. Tämän kerroksen alla on moreenia. Koillispään moreenikerros on huomattavasti ylempänä kuin lounaispää. Maa on todennäköisesti painunut padon harjalla noin 40 cm alemmas suunnitellusta korkeudesta. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Pielisjoen ja tukkialtaan välinen pato koostuu sisäosiltaan moreenista ja päällinen sekä luiskat ovat louhetta. Pato on rakennettu kahdesta osasta, joissa on käytetty eri maa-ainesta. Vanhemmassa osassa on käytetty karkeaa louhetta ja uudemmassa moreenia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10 Maaperän pilaantuneisuustiedot

FCG Planeko Oy suoritti Penttilän saha-alueella maaperätutkimuksia Joensuun kaupungin toimeksiannosta. Ympäristötekniset maaperätutkimukset suoritettiin 6. - 8.10.2009 välisenä aikana. Tutkimus suoritettiin kohteen lisätutkimussuunnitelman mukaisesti. Tutkimuksen aikana alueella tehtiin yli 60 koekuoppaa Penttilän sahan ja kaatopaikan alueelle. Liitteessä 2 on merkattu näytteenottopaikat. Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää eri haitta-aineilla pilaantuneiden alueiden pitoisuuksia, massamääriä sekä laajuutta. Pilaantuneen maaperän puhdistus pohjautuu niin sanottuihin SAMASE-ohjearvoihin. Pitoisuuksia verrattiin SAMASE-ohje -ja- raja-arvojen ohella myös valtioneuvoston (VNa 214/2007) PIMA-asetuksen ohjearvoihin. Alla olevassa taulukossa 2 on esitelty tutkittujen haitta-aineiden SAMASE-ohje ja raja-arvot. ((Finnish Consulting Group Oy 2009.))

Taulukko 2. SAMASE-ohje ja raja-arvot

Haitta-aine (mg / Kg)	Ohjearvo	Raja-arvo
PCDD / PCDF	20*	500*
Arseeni	10	50
Kupari	100	400
Kromi	100	400
Kadmium	0,5	10
Lyijy	60	300
Sinkki	150	700
PAH (summa)	20	200
Öljy, keskitisleet C10-21	300	1000
Raskaat öljyjakeet C21-C40	600	2000
Dikloorifenolit**	1	30
Trikloorifenolit**	2	10
Tetrakloorifenolit**	0,4	4
Pentakloorifenolit**	0,4	40

* = pikogrammaa/grammassa

** = Taulukossa esitetty kloorifenoleiden alimmat samase-ohje ja raja-arvot

Alueen maaperätutkimuksessa havaittiin ylittävän SAMASE-ohjearvotason lähes koko alueen.

Kyllästämöalueella havaittiin suurimmat dioksiini-, furaani- ja kloorifenolipitoisuudet. Sahatavaran varastointialueella mitattiin myös korkeita PCDD/PCDF-pitoisuuksia. Kohonneita raskasmetallipitoisuuksia on mitattu kyllästealtaan läheisyydestä, sekä muutamista näytepisteistä ympäri aluetta. Suurimmat raskasmetallipitoisuudet mitattiin suokyllästämöalueelta. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Maanäytteet suoritettiin kaivamalla kaivinkoneella 50 koekuoppaa. Liitteeseen 1 on merkitty näytteidenottopaikat. Näytteenotto koekuopasta tehtiin pääosin niin, että täyttömaakerroksesta otettiin yksi kokoomanäyte. Kokoomanäyte ei saanut sisältää sahanpurua tai muuta vastaavaa orgaanista ainetta. Viidestä koekuopasta otettiin myös näyte täyttömaan alapuolisesta luonnontilaisesta maakerroksesta. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Näytteitä otettiin Rautatien ja Penttilän hovin tien väliseltä alueelta, sahatavaran varastoalueelta, suokyllästämöalueelta, siltanosturin ja kyllästealtaan alueelta, kaatopaikan lievealueilta ja öljyhiilivetyalueelta. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Vesinäytteiden ottamiseksi alueelle asennettiin pohjaveden tarkkailuputkia. Tarkoituksena oli muun muassa tarkastella pohjaveden mahdollisia kloorifenolipitoisuuksia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Putket asennettiin kyllästealtaan läheisyyteen. Veden tarkkailuputkilla oli tarkoitus saada tietoa mahdollisista öljyhiilivetytypitoisuuksista. Putket asennettiin polttoainevaraston läheisyyteen. Näytteet putkista otettiin 3.11.2008. Alueen lounaispuolen vesialtaasta otettiin vesinäytteet, joista analysoitiin kaatopaikan ympäristöluvan vaatimuksesta pH ja raskasmetallit. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Saha-alueelta on otettu vesinäytteitä 21.9. - 13.10.2010 välisenä aikana kaivuaikaisista kaivannoista, Pielisjokeen laskevasta venekanaalista sekä kaatopaikan läheisistä vesialtaista. Näytteistä tehtyjen analyysien perusteella havaittiin, että merkittävimpänä haitta-aineena on pentakloorifenoli, joka luetaan Valtionneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaaralliseksi aineeksi. Aineen kokonaispitoisuus sisämaan pintavesistöissä ei saa ylittää 2,0 µg/l:ssa. Kuitenkin näytteissä todettiin olevan tämän ylittäviä arvoja (SAL8: 2,3 µg/l; SAL10: 4,5 µg/l). (Golder Associates 2010.)

Penttilän vanhan kaatopaikan alueelta otettiin näytteitä kymmenestä kohdasta. Alueen täyttökerroksen alapuolisesta maa-aineksesta otettiin näytteet kahdesta koekuopasta: orgaanisesta pintakerroksesta ja sen alapuolisesta sedimenttikerroksesta. Suurimmat PCDD/PCDF-pitoisuudet todettiin orgaanisesta aineksesta koostuvasta pintamaasta. Kahdessa näytteessä todettiin arvojen ylittävän Samase-ohjearvon, S10/28,4 µg/g sekä S17/25,7 µg/g. Samase-ohjearvo ei ylittynyt orgaanisen pintakerroksen alapuolisesta maa-aineksesta otetuista näytteistä. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10.1 Maaperän havaittu pilaantuneisuus kohteessa

10.1.1 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/PCDF)

Pitoisuudet on esitetty I-ITEQ (NATO/CCMS)-pitoisuuksina, joita on käytetty myös Samase-arvojen määrittämiseen. Suurin alueelta löydetty pitoisuus, joka ylittää Samase-raja-arvotason, oli 589 µg/g. Kaikkiaan Samase-ohjearvo ylittyi PCDD/PCDF-analyysin osalta 19 koekuopassa. Sahatavaran varastoalueelta pitoisuudet vaihtelivat välillä 150 - 250 µg/g. Kyllästealtaan läheisyydeltä mitattiin 200 – 3 550 µg/g pitoisuuksia. Kaikkiaan PCDD/PCDF-yhdisteitä mitattiin 37 koekuopasta. Alueelta otetuista viidestä täytömaan alapuolisesta perusmaanäytteestä ei analysoitu Samase-ohjearvotasaon ylittäviä PCDD/PCDF-pitoisuuksia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10.1.2 Raskasmetallit

Raskasmetallien osalta koekuopista otetut näytteet analysoitiin INNOX-X - kenttämittarilla. Kentältä saatujen tulosten perusteella osa näytteistä lähetettiin jatkotutkimuksiin laboratorioon. Mittausten perusteella raskasmetallipitoisuudet ylittivät SAMASE-ohjearvot kaikkiaan kymmenessä koekuopassa. Arseenin raja-arvo ylittyi viidessä, kadmiumin kahdessa, lyijyn yhdessä, sinkin yhdessä ja vanadiinin yhdessä näytteessä. Kuitenkaan yhdestäkään koekuopasta ei mitattu Samase-raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10.1.3 Kloorifenolit

Kloorifenolia löydettiin koekenttäalueelta vain yhdestä näytteestä. Tulos mitattiin koekuopasta kyllästealtaan läheisyydeltä, jossa todettiin pentakloorifenolin ylittävän Samase-ohjearvon 2,4 mg/kg. Lisäksi neljässä näytteessä todettiin analyysimenetelmän määrittämisraajat ylittäviä pitoisuuksia ja viidessä näytteessä ei todettu määrittämisrajan ylittäviä arvoja. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10.1.4 Öljyhiilivedyt

Alueelle oli tehty jo aiemmin 1990-luvulla maaperätutkimus, jossa todettiin olevan korkeita öljyhiilipitoisuuksia, mikä oli seuraus alueella olleista polttoainevarastosta ja korjaushalleista. Kyseiselle alueelle tehtiin koekuoppia ja näytteet analysoitiin aistinvaraisesti sekä kenttätesteillä, mutta niistä ei löydetty öljyhiilipitoisuuksia. Suurin mitattu kokonaishiilivetypitoisuus PetroFlag-kenttätestillä oli 163 mg/kg. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

10.2 PIMA-asetuksen ohjearvojen vertailua Samase-ohjearvoihin

SAMASE-ohjearvot ovat huomattavasti matalammat kuin PIMA-asetuksen alemmat ohjearvot PCDD/PCDF-yhdisteille. PIMA-asetuksen alemmat ohjearvot ylittyivät 11 näytteessä, kun taas vastaavasti Samase-ohjearvolla luku oli 19. Ylempi ohjearvo ei ylittynyt kertaakaan. Arseenin kohdalla PIMA-asetuksen alempi ohjearvo ylittyi vain yhdessä näytteessä, kun taas vastaavasti Samase-ohjearvo ylittyi viidessä näytteessä. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Sedimenttinäytteissä ei tapahtunut PIMA-asetuksen alemman ohjearvon ylitystä, vastaavasti Samase-ohjearvo ylittyi kahdessa näytteessä. Arvioitaessa urakka-alueen pilaantuneen maan määrää, PIMA-asetuksen arvoilla määrä olisi huomattavasti pienempi verrattaessa SAMASE-ohjearvoihin. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

11 Alueella suoritettut työvaiheet

Penttilän sahan urakka-alue 2:n työn laajuuteen kuului pilaantuneen maa-aineksen lajitteleva kaivu ja sen kuljettaminen vastaanottopaikoille. Lisäksi työnlaajuuteen kuului alueelta löytyvien betonisten perustusten purkaminen sekä jätteiden ja muiden rakenteiden poistaminen alueelta. Alueen ja kaivantojen kuivana pitäminen, vesien käsittelyyn liittyvät asiat sekä suotopatojen purkaminen kuuluivat myös urakoitsijalle. Tukkialtaasta geosäkkeihin ruopatun sedimenttin, geosäkkimateriaalit sekä niihin liittyvien rakenteiden purku kuului urakoitsijalla. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Kokonaispinta-alaksi tulee noin 145 000 m². Alueesta puustoaluetta on noin 45 350 m², asfalttia 33 700 m², teitä ja sorakenttiä sekä joutomaata 56 200 m². Alueella on purettuja rakennuksia noin 30 kappaletta ja betonisia rakennuksia noin 9 700 m². (Finnish Consulting Group Oy 2009.) Liitteessä 3 näkyy rakennusten sijainnit alueella. Alue jaettiin viiteen eri osaan, perustuen tehtyihin maaperätutkimuksiin ja sen tuloksiin. Liitteessä 4 on alueelta eroteltu eri värein nämä alueet.

Alueella 1 maiden pilaantuneisuus on luokkaa 0 - 100 µg/g. Pinta-alaksi muodostuu 90 000 m² ja massamääräksi arvioituna 133 000 tn, jotka hyötykäytettiin Penttilän kaatopaikalla. Massat kapseloitiin maisemointikummuksi Penttilän vanhan kaatopaikan alueelle. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alueella 2 maiden pilaantuneisuus on luokkaa 100 - 2700 µg/g. Pinta-alaksi muodostuu 46 000 m² ja massamääräksi 116 000 tn. Nämä hyötykäytettiin Kontiosuon kaatopaikalla Groundia Oy:n tekemien suunnitelmien mukaan täyttömaana. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alueella 3 maiden pilaantuneisuus on luokkaa 2700 - 10 000 µg/g. Pinta-alaksi muodostuu 5 500 m² ja massamääräksi 15 000 tn. Nämä loppusijoitettiin Kontiosuon kaatopaikalle. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alue 4 koostuu yli 10 000 µg/g:n pitoisesta maasta ja tällöin maat luokitellaan ongelmajätteeksi. Pinta-alaltaan alue on 1 900 m² ja massamääränä 5 200 tn. Maa-ainekset kuljettiin eri kaatopaikoille tai vastaaviin paikkoihin loppusijoitettavaksi. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alue 5 koostuu 100-2700 µg/g:n pitoisesta maasta, jossa on PCDD/F-yhdisteiden sekä ylemmän ohjearvotason ylittäviä raskasmetalleja. Pinta-alaltaan alue on 2 100 m² ja massamäärältään 4 000 tn. Maa-ainekset loppusijoitettiin Kontiosuolle. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

11.1 Puhdistustyöt

Urakan kokonaiskaivumääräksi arvioitiin noin 272 000 tn. Kaivu suoritettiin mitattujen ruutujen mukaan. Maa-ainekset toimitettiin mitattujen haitta-ainepitoisuuksien mukaisesti eri loppusijoituspaikkoihin. Loppusijoituspaikat oli ennalta määrätty mitattujen haitta-ainepitoisuuksien perusteella. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Ympäristötekniset valvojat ohjasivat ja valvoivat maan kaivamista ja kuljettamista. Jokaisesta kuormasta pidettiin kirjaa, johon kirjattiin muun muassa kuorman pilaantuneisuusaste, mistä kohtaa urakka-alueella maa-aines on peräisin ja kuorman loppusijoituspaikka. Kaivetut maa-ainekset punnittiin alueella olleella vaa'alla, minkä jälkeen ne siirrettiin niille määrättyihin loppusijoituspaikkoihin. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Urakka-alueelta poistettiin kaikki pinta- ja täyttömaa, sekä 100 mm yhtenä kaivussyvyyytenä luonnollista maakerrosta. Valvojien ohjeiden mukaisesti osassa aluetta kaivettiin syvemmältä, perustuen haitta-ainepitoisuuksien määrään maa-aineksessa. Kaivannoista otettiin tietyn väliajoin maanäytteitä, joista analysoitiin haitta-aine pitoisuudet. Näiden perusteella osattiin sanoa tarvitseeko aluetta kaivaa vielä syvemmältä vai onko saavutettu jo puhdas maa-aines. Aluetta kaivettaessa otettiin huomioon alueen liikenteelliset seikat, sekä alueella mahdollisesti kertyvä vesi ja maaston muodot. Kaivantojen reunat luiskattiin tarpeen tullen vähintään 1:2 kaltevuuteen. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Lievästi pilaantuneet maa-ainekset kasattiin maisemakummuksi Penttilän vanhan kaatopaikan alueelle. Näytä olivat muun muassa liitteessä 4 vaalean vihreällä värillä merkatut alueet. Näillä alueilla maan pilaantuneisuus aste oli alle 100 µg/g. Maisemointikumpu kapseloitiin, jotta pilaantuneesta maasta ei leviäisi haitta-aineita puhtaaseen ympäristöön ja pohjaveteen (Kuva 9.). Liitteessä 5 näkyy maisemakummun pinnan muotojen suunnitelmapiirros. Maiden ajo maisemointikumpuun jatkui koko urakan ajan. Lopuksi maisemointi kummun pinta tasoitettiin puhtaalla maa-aineksella ja alue tullaan kunnostamaan viheralueeksi.

Kumpuun ajettiin myös betoni- ja asfalttirakenteita. Alueella olleet betonirakenteet rammeroitiin hydraulisella iskuvasaralla ja kuljetettiin Penttilän kaatopaikalle kapseloitavaksi kukkulan keskiosaan ja syvemmillä, niin että ne eivät tule lähelle maanpintaa, jossa ne voivat esimerkiksi haitata maisemointia ja puhkoa kapseloinnissa käytettyjä eristekalvoja.



Kuva 9. Maisemointikumpu rakennusvaiheessa.

Maankaivu pyrittiin tekemään ruutukartan mukaisessa järjestyksessä. Maa-ainekset kuljetettiin vastaanottopaikoille kuorma-autoilla, joiden lavat olivat suojattu peitteellä matkan ajaksi. PIMA-valvojat ohjasivat autokuormat niiden kuljettamien maa-ainesten pitoisuuksien määräämälle sijoituspaikalle. Kontiosuolle menneet maa-ainekset ajettiin aumaan. Aumat merkittiin selvästi ja raskasmetalleja sisältävät maat peitettiin aumamuovilla tuulen aiheuttaman pölyämisen takia. Muut aumat peitettiin puhtailla mailla työvaiheen päätyttyä, jolla estettiin maa-ainesten pölyäminen ja sadevesien välityksellä

tapahtuva haitta-aineiden leviäminen. Pilaantuneita maa-aineksia kuljetettaessa kuorma-autojen lavat täytyi peittää. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)

Alueella olleet asbestirakenteet purettiin alueelta. Purun suoritti siihen palkattu ammatityritys. Noin 200 m²:n kokoiset asbestilaatat purettiin käsin ja varastoitiin asbestinkuljetussäkkeihin. Suljetut asbestisäkit toimitettiin Kontiosuon jäteasemalle. Asbestin purku suoritettiin 10.5. - 12.5.2010 ja asbestin määrä oli yhteensä 1320 kg. (Finnish Consulting Group Oy 2009.)



Kuva 10. Vuonna 2010 tehdyt geosäkit aukaistiin ja lastattiin pyöräkoneella kuorma-autoihin ja ajettiin Kuopion kaatopaikalle. Geosäkkikankaat ja HDPE-muovikalvot eroteltiin massasta ja ajettiin Penttilän kaatopaikalle

Maan puhdistamiseen tukkialtaan osalta käytettiin geosäkkimenetelmää. Tukkialtaan pohja täytyi puhdistaa sieltä mitattujen haitta-ainetulosten perusteella. Käytännössä tämä tarkoitti, että altaan pohjasedimentti täytyi ruopata pois ja puhdistaa. Tähän paras ja kustannustehokkain menetelmä oli geosäkkien käyttö. Tämän menetelmän etuina oli myös, että sitä käyttämällä pohjasedimentistä saatiin ylimääräinen vesi pois. Pohjasta ruopattua sedimenttiä ei pystynyt kuljettamaan suoraan kuorma-autoilla pois, koska se oli liian vetistä. Sedimenttiä olisi tippunut kuljetuksen aikana kuorma-auton lavoilta maanteille ja päätynyt takaisin ympäristöön.

Ruoppaus tapahtui ruoppauslautalla, jonka kauhan ja lautassa olleen hydraulisen pumpun myötä pohjasedimentti saatiin pumpattua putkistoa pitkin suoraan rannalla oleviin geosäkkeihin. Pumpauksen yhteydessä sedimentin sekaan laitettiin kemikaaleja, jotta sedimentin molekyylikoko kasvaisi ja se suodattuisi paremmin pois. Tällöin geosäkeistä pois virtaavasta vedestä saatiin puhtaampaa ja myös geosäkeissä kuivatetun sedimentin kuiva-aine pitoisuutta nostettua. Geosäkeistä pois virtaava vesi valutettiin takaisin tukkialtaaseen. Vesi valui takaisin geosäkkien alle laitettujen eritemuovien päältä, eikä se päässyt missään vaiheessa kosketuksiin maa-aineksen kanssa.

Geosäkkien kuivausaika oli noin vuoden verran, riippuen miten hyvin ne olivat kuivaneet. Kun säkit todettiin olevan tarpeeksi kuivia, ruopatut sedimentit poistettiin säkeistä ja kuljetettiin Kontiosuon kaatopaikalle. Geotekstiilit ja muut rakenteet toimitettiin Penttilän teollisuuskaatopaikalle kapseloitavaksi muun maa-aineksen kanssa.

Alueella todetut likaiset vedet johdettiin soveltuvaan käsittelyyn pumpaamalla vesiputkea pitkin hiekkasuodatuspadon keräilyaltaaseen, joka sijaitsee Kuhasalontien varressa. Liitteessä 6 on poikkileikkauskuva suodatusaltaasta. Vedestä otettiin näytteitä ja riippuen puhtaudesta, vedet pumpattiin padon jälkeen joko suoraan Pielisjokeen tai viemäriin jatkokäsittelyyn.



Kuva 11. Maansuodatuspato, jonka läpi vesi virtasi suodatinkaivoon. Kaivosta vesi pumpattiin eteenpäin.

Pilaantuneen maankaivu suoritettiin kuivakaivuna. Tämä tarkoitti, että veden alta ei saanut kaivaa tai tehdä muutakaan konetyötä. Vesi täytyi pumpata ennen kaivun aloitusta kaivualueelta ensin pois. Näin ollen alueella olleet vesialtaat pumpattiin käyttäen kahta runkolinjaa sekä kahta pientä pumppua, jotka laitettiin veteen trukkilavan päälle veteen. Putkena käytettiin halkaisijaltaan 110 mm:n paksuista muoviputkea ja lisäksi käytössä oli 50 mm:n paksuisia letkuja. Haasteena oli sateinen syksy, tämän johdosta sadetta kertyi varsinkin viikonloppuisin suuria määriä alueella olleisiin maakuoppiin. Veden täytyi aina ensin pumpata pois ennen kaivun aloittamista, joten tämä hidasti työtä. Tätä pyrittiin estämään täyttämällä jo puhdistetut kuopat puhtaalla maa-aineksella ja tasattiin pinnan kanssa (kuva 12).

Vesialtaiden pohjamaihin ei päästy käsiksi ennen veden pumppausta. Pohjamaasta täytyi pystyä ottamaan maanäytteet, jotta mahdollinen maanpilaantumisaste tiedettäisiin ja pystyttäisiin suorittamaan tarpeellinen maanvaihto. Pumpuille rakennettiin kaksi putkistoja, joista vesi johdettiin suodatinaltaaseen. Tämän jälkeen altaat täytettiin soralla maantasolle.



Kuva 12. Vesialtaan täyttö soralla. Allas on kaivettu ympäriinsä puhtaaksi pilaantuneista maa-aineksista, jolloin se voitiin täyttää. Kuvassa altaaseen on kertynyt sadevettä.



Kuva 13. Urakka-alueelta tulevien putkistojen päät. Kuvassa vasemmalla on suodatusallas, johon alueella olleet likaiset vedet pumpattiin.

Pumpattaville vesille rakennettiin suodatinkaivo (kuva 14, kuva 15), joka valmistettiin kaivonrenkaista. Vesi johdettiin putkistoa pitkin sille valmiiksi tehtyyn selkeytysaltaaseen ja sieltä hiekkasuodatuspadon (kuva 13) ulkopuolelle rakennettuun vesien keräilyaltaaseen.



Kuva 14. Suodatinkaivo sisältä. Uppopumppu hoiti puhtaan veden pumppaamisen eteenpäin.

Likaiset vedet pumpattiin viemäriin ja puhtaat vedet suoraan Pielisjokeen. Vedenlaatua pumppauksen aikana seurattiin aistinvaraisesti ja vesinäytteillä. Kaivantoihin kertyvä tai satava vesi pumpattiin selkeytysaltaaseen, eikä vettä pumpattu suoraan Pielisjokeen.



Kuva 15. Suodatusaltaalla ollut suodatuskaivo ulkoa. Kaivosta lähtevä vesiletku johdattiin Pielisjokeen.

Alueella sijaitseva kyllästeallas pumpattiin tyhjäksi vedestä Joen Lokan pumppuautolla, joka toimitti vedet suodatinaltaaseen. Joen Loka toimi myös muualla alueella jossa oli tarve käyttää tehokkaampaa hydraalipumppua vesien pumppaukseen.

12. Pohdinta ja yhteenveto

Maan puhdistusta koskeva lainsäädäntö on nykyään tehty selkeämmäksi ja helpommaksi, jotta se soveltuisi maan pilaantumista aiheuttaviin tekijöiden selvittämiseen. Kuitenkin maan pilaantumiseen sovelletaan edelleen useaa eri lakia ja tämä voi tehdä asiasta vaikeaselkoisen. Maan pilaantuneisuuden määrittelyyn käytetään ympäristönsuojelu- ja jätelakia. Maan pilaantumisen arviointiin käytetään PIMA-asetuksessa säädettyjä arvoja vuodesta 2007 lähtien. Sitä ennen vastaavaan käytettiin SAMASE-ohje- ja raja-arvoja. Lait ovat tulleet askeleen eteenpäin ja maanpilaantuminen otetaan nykypäivänä tosisaan ympäristöuhkana.

Työtä tehtäessä selvisi, miten paljon erilaisia maanpuhdistamiseen käytettäviä menetelmiä on olemassa. Kuitenkin vain pieni osa niistä on todellisuudessa käytössä Suomen oloissa. Niistäkin massanvaihto on käytetyin menetelmä, mikä ei käytännössä ole puhdistusmenetelmä. Kuitenkin useita menetelmiä tutkitaan ja koekäytetään erilaisissa projekteissa ja toivon mukaan tulevaisuudessa niistä saadaan varteenotettavia menetelmiä.

YIT:lle raporttia laadittaessa sai oivan kuvan maankunnostusurakan eri vaiheista. Urakan aikana pystyi seuraamaan työn kehittymistä siitä, mitä oli alun perin suunniteltu ja miten se käytännössä toteutui. Sain myös hyvän kuvan siitä, miten eritoimijat urakassa kommunikoivat ja mitkä tehtävät kuului millekin toimijalle. Eri auktoriteettitasoja oli monia ja ohjeita ja vaatimuksia tuli usealta eri taholta. Esimerkiksi Joensuun kaupunki ajoi urakkaa eteenpäin ja muistutti, että aikataulussa pitää pysyä, mutta samalla pitäen esimerkiksi siitä huolen, että urakka häiritsisi mahdollisimman vähän kaupungin asukkaiden jokapäiväistä elämää. Esimerkiksi urakka-alueen pölyäminen ja melu aiheuttivat haittaa lähiympäristöön. PIMA-asioissa piti ottaa huomioon lain määräämät velvollisuudet ja PIMA-valvojien antamat ohjeet ja toimintamallit sekä määritykset, onko maa vielä pilaantunutta vai ei. Vasta heidän päätettyä, että alue on puhdistettu riittävällä tarkkuudella, voitiin maanvaihtoa jatkaa seuraavaan alueeseen. Maanpuhdistus urakka on monen eri tahon ohjeistuksen alaisuudessa ja tässä oli kiinnostavaa olla mukana ja kommunikoida ja varmistaa, että kaikkien tahojen vaatimukset ja toiveet saataisiin mahdollisimman hyvin täytettyä.

Monien tahojen mukana olo toi haasteita kommunikointiin, raportointiin, ohjeistukseen ja aikataulutukseen. Näistä seurasi myös monia ongelmanratkontatilanteita, joissa pääsi olemaan mukana, ja sai todella hyvän kuvan siitä, millaisia eri ongelmatilanteita ylipäättänsä maanrakennusurakassa voi eteen tulla ja miten niistä selvitä, niin että kaikki osapuolet olisivat mahdollisimman tyytyväisiä korjattuun tilanteeseen.

Kuitenkin Penttilänrannasta kertominen ja sen läpikäyminen oli osin hankalaa, koska olin töissä vain noin puolet urakan kestosta. Urakan alkupään tiedot täytyi usein lukea raporteista ja päiväkirjoista tai tiedustella muulla tavoin. Myös urakan alkupään tapahtumista omien kokemusten kautta kertominen ei ollut mahdollista. Lisäksi urakassa oli useita toimijoita ja YIT teki urakasta vain osan. Esimerkiksi työssä mainittujen geosäkkien osuus urakasta ei kuulunut YIT:lle, eikä näin siitä ollut minulle käytännön koke-

musta. Kuitenkin olimme tiiviissä yhteistyössä geosäkkien urakoitsijan kanssa, ja näin pääsin myös tutustumaan geosäkkitekniikkaan ja vähän myös käytäntöön. Myös maisemamäen eristyksen tekeminen tapahtui eri urakoitsijan toimesta heti urakan alettua, enkä pystynyt seuraamaan tai näkemään miten eristämisen pohjustustyöt tehtiin, mutta sen rakenteesta.

Olisi ollut mielenkiintoista seurata ja olla osallisena geosäkkien ja eristämisen suunnittelussa. Tämä olisi varmasti valottanut maan puhdistukseen käytettävien menetelmien teknillistä ymmärrystä ja siten miten asiat hoidetaan käytännössä.

Lähteet

Finnish Consulting Group Oy. 2009. Penttilän saha-alueen toteutussuunnitelma, työselostus SAU2.

YIT. 2011. Internetsivut. perustietoa YIT:stä.

<http://www.yit.fi/palvelut/yritysinformaatio/perustietoa>. 23.7.2011

Valtion ympäristöhallinto. 2011. Maaperän pilaantuminen ja pilaantuneen alueen puhdistaminen. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23663&lan=fi>.

3.2.2012

Ympäristöministeriö. 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.

14. <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=68609&lan=fi>.

10.2.2012,

Rautio, J. 2011. Kreosoottiöljy ja sen aiheuttamien maaperän ja pohjaveden pilaantumisien kunnostaminen. Ympäristötekniikan kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2.

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/69555/nbnfi-fe201104291493.pdf?sequence=3>

Valtion ympäristöhallinto. 2011. Maaperän pilaantumisen syyt ja esiintyminen Suomessa. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11121&lan=fi>. 15.2.2012

Ympäristönsuojelulaki 86/2000

Jätelaki 1072/1993

Saarin, A. 2008. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi vanhan pylväskyllästäjän alueella. Kandin työ. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 6. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/42745/nbnfi-fe200811212109.pdf?sequence=3>. 24.3.2012

Työturvallisuusasiakirja SAU2. 2009. Finnish Consulting Group Oy.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2008. Hyvä tietää dioksiineista.
http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/elinymparisto/ymparisto_myrkyt/dioksiinit. 22.8.2011

Valtion ympäristöhallinto. 2009. Raskasmetallit.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=39067>. 3.11.2011

Vainio-Siukola T. YIT. Työsuunnitelma. 2011. Maakaapelin kaivu.

Valtion ympäristöhallinto 2011. Maaperän pilaantumiseen liittyvien riskien hallinta. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23664&lan=fi>. 20.11.2011

Penttinen R. Suomen ympäristökeskus. 2001. Maaperän ja pohjaveden kunnostus, yleisimpien menetelmien esittely, 7, 10-48.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12461>. 5.3.2012,

Valtion ympäristöhallinto. 2011. Pilaantuneilla alueilla tehdyt kunnostukset.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11452&lan=fi>. 10.2.2012

Korkein hallinto oikeus. 24.5.2006. Päätös KHO:2006:30..
<http://www.kho.fi/paatokset/35996.htm>. 12.3.2012

Finnish Consulting Group Planeko Oy, 2009. Penttilän saha-alue, Maaperän haitta-ainetutkimus.

Finnish Consulting Group Oy, Joensuun Kaupunki / SITO-Rakennuttajat Oy. 2009. Penttilän Saha-alueen toteutussuunnitelma. Työselostus SAU2.

Finnisch Consulting Goup Oy. 2009. Maaperän haitta-ainetutkimus Joensuun kaupunki, Penttilän saha-alue.

Koski T. Golder Associates. 2010. Työsuunnitelma, 09-0217 SA U2 vesien johtaminen viemäriin.

Heikkinen P. Työterveyslaitos 2010. PAH-yhdisteet: terveysvaikutukset ja altistuminen.
http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet_ja_niiden_esiintyminen/terveysvaikutukset_ja_altistuminen/Sivut/default.aspx. 10.9.2011

Itä-Suomen Yliopisto. Penttilän sahan historiaa. 28.2.2012.
https://www.uef.fi/c/document_library/get_file?uuid=9b29b86a-0208-4e48-8f63-e4f6b2f1c2ab&groupId=1423778&p_1_id=1432574.

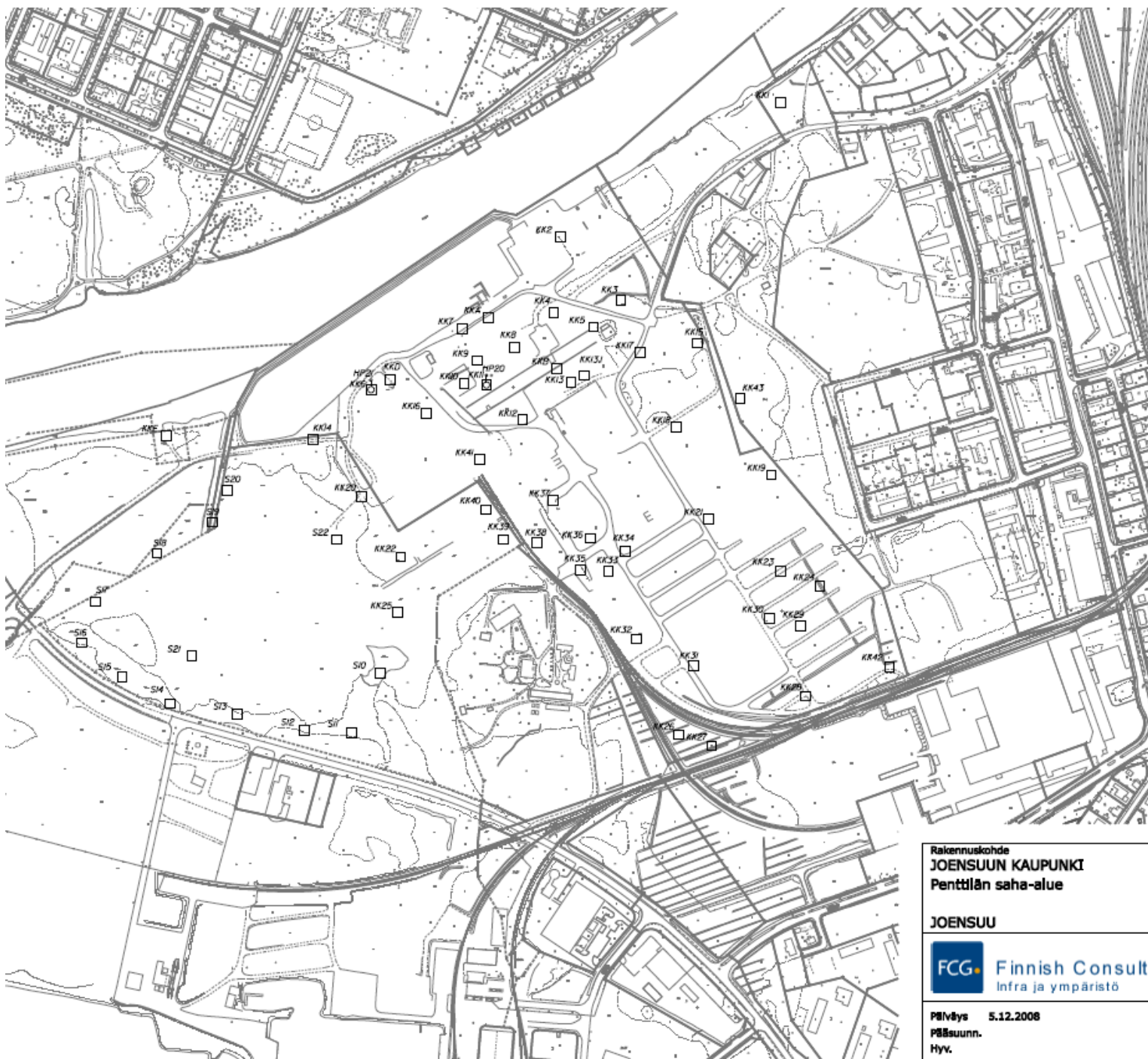
Menetelmä / Käyttö Suomessa	Tyyppi	Käsittely paikka	Soveltuvuus	Soveltuva maalaji	Käsittely kustannus	Käsittelyn kesto
Luontainen biohajoaminen	Biologinen	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Ei tiedossa	Pitkä
Ei käytössä. Soveltuvuutta tutkitaan parhaillaan, haittana kylmä ilmasto				(+) Siltti		
			- biologisesti hajoavat yhdisteet, mm. osa öljyhiilivedyistä	(+) Savi		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Moreeni		
			- ei sovellu	+ Orgaaninen maa		
BIOLOGINEN ILMAHUUTHELU						
Toteutettu joitakin koekohteita	Biologinen	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Alhaiset	Keskipitkä- pitkä. (kk-a)
				+ Siltti	Vaikuttavia tekijöitä:	
			- aerobisesti biohajoavat yhdisteet lähinnä: polttoaineet, PAH-yhdisteet ja mahdollisesti myös klooratut liuottimet	- Savi	- Haitta-aine, pitoisuus	
				+ Orgaaninen maa	- Maaperän läpäisevyys,	
				(+) Moreeni	- Pumppausnopeus ja poistoilman käsittely	
			Epäorgaaniset haitta-aineet:			
			- ei sovellu			
TEHOSTETTU BIOLOGINEN PUHDISTUS						
Doranova OY suorittanut maaperän ja pohjaveden puhdistusta.	Biologinen	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Alhaiset, 1700-2500 €/kk	Pitkä
			mm. dieselöljy, bensiini, öljy, kreosottiöljy, PAH-yhdisteet	(x) Siltti		
			ja klooratut hiilivedyt	-Savi		
				(+) Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
HOUKOSILMAKÄSITTELY						
Vakiintunut menetelmä huoltoasemakiinteistöjen kunnostamisessa.	Biologinen	in situ, ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Ilman kaasujen käsittelyä 900 - 1700 €, 10 aaria	noin 0,5 - 1 vuosi
			- helposti haihtuvat orgaaniset yhdisteet	(+) Siltti		
			- puoli haihtuvat orgaaniset yhdisteet (vaatii haihtumisen	(+) Savi		
			tehostamista lämmittämällä)	+ Moreeni	Kaasun käsittelyllä 2500 - 4200€	
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Orgaaninen maa		
			- ei sovellu			
FYTOREMEDIAATIO ELI KASVIKUNNOSTUS						
Suomessa ei varsinaista kunnostettua kohdetta, alustavia tutkimuksia tehty	Biologinen	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	Riippuu käytettävän kasvin kasvuvaatimuksista	Alhaiset	Pitkä, usein vuosikymmeniä
			- BTEX			
Menetelmää testataan mm. Kokkolassa vuodesta 2004 alkaen, arvioitu kesto 5-10.			- klooratut liuottimet			
			- PAH-yhdisteet			
			- räjähdysaineet kuten nitrotolueeni			

			- liialliset ravinteet (N, P)			
			Epäorgaaniset haitta-aineet:			
			- Raskasmetallit (esim. Pb, Ni, Cu, Zn, Fe, Mn, Al)			
PELTOHAJOTUS, PELTOKÄSITTELY, ÖLJYPELTO						
Suomessa Fortum Oil & Gas Oyj. on käsitellyt öljyistä materiaalia jalostamoalueensa öljypellolla.	Biologinen /	ex situ,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Alhaiset	Pitkä
	Mekaaninen	in situ	- lähinnä osa öljyhiilivedyistä	+ Siltti		
			- ei sovellu helposti haihtuville yhdisteille	+ Savi		
Tulokset ovat olleet vaihtelevia.			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Moreeni		
			- ei sovellu	+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
KOMPOSTOINTI						
Öljyisten maiden kompostointia harjoittaa suurin osa alueellisista kaatopaikoista.	Biologinen	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Riippuu haitta-aineesta ja pitoisuudesta.	keskipitkä - pitkä
Klooratuilla liuottimilla ja kreosoottijäiljillä pilaantuneiden maiden kompostointi on harvinaisempaa.			- biohajoavat orgaaniset yhdisteet kuten poltto- ja	+ Siltti	- öljyiset maat noin 25 - 50 €/t, jopa 90€/t	
			voiteluaineet, kreosoottijäiljyt ja kloorifenolit	+ Savi		
			- ei sovellu helposti haihtuville yhdisteille	+ Moreeni	-kloorifenolipitoiset maat n. 70 - 90 €/tn	
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Orgaaninen maa	- PAH-pitoiset maat n. 90 - 100 €/t	
			- ei sovellu	+ Sedimentti		
BIOREAKTORIT						
Merinonita Oy on kehittänyt staattisen bioreaktorin, jossa voidaan käsitellä öljyisiä maita.	Biologinen	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	noin 40 €/t	Keskipitkä
			- biohajoavat orgaaniset yhdisteet, kuten öljyhiilivedyt,	+ Siltti		
			kloorifenolit, PAH-yhdisteet	+ Savi		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Moreeni		
			- ei sovellu	+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
MAAN PESU						
Lohja Ruduksen Virkkalan maanpuhdistuskeskus: orgaanisia ja epäorgaanisia haitta-aineita sisältävä	Mekaaninen /	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	noin 50 €/t	Lyhyt
	Kemiallinen		- öljyhiilivedyt	- Siltti		
			- PCB, PCP	- Savi		
hiekkamaa, käsittelykapasiteetti 5-10 tonnia/h.			- pestisidit	+ Moreeni		
			- kreosootit	- Orgaaninen maa		
Ekokemillä käytettävissä siirrettävä maanpesulaitos, jonka käsittelykapasiteetti on 7-10 t/h.			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Sedimentti		
			- raskasmetallit			
			- syanidit			

ELEKTROKINEETTISET MENETELMÄT						
Suomessa Osmos Group Oy:llä on käytössä elektrokineettiseen menetelmään perustuva maan käsittelylaitteisto.	Kemiallinen	in situ,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Riippu mm. sähkön hinnasta. USA:ssa noin 90 €/t	Lyhyt - keskipitkä
		on site,	- polaariset orgaaniset yhdisteet	+ Siltti		
		ex situ	Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Savi		
			- anionit kuten kloridi, nitraatti, syanidi, fluori, nitraatti	+ Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
			- kationit kuten ammoniumioni, raskasmetallit	+ Sedimentti		
MAAN HUUHEL						
Suomessa ei tietyvästi ole käytetty maan huuhtelua. Menetelmä saattaa olla vaikeasti sovellettavissa	Mekaaninen /	in situ,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Riippu lisäaineista ja määrästä. USA:ssa noin 25 - 200 €/t	Lyhyt - keskipitkä
	Kemiallinen	ex situ	- VOC- ja SVOC-yhdisteet	(+) Siltti		
			- polttoaineet	- Savi		
Suomen maaperäolosuhteiden vuoksi. Hyvin vettä läpäisevät, tasaisesti kerrostuneet hiekka-alueet ovat suhteellisen harvinaisia.			- pestisidit	(+) Moreeni		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	- Sedimentti		
			- metallit - radioaktiiviset aineet			
POLTTO / TERMINEN KÄSITTELY						
Suomessa Ekokem Oy:llä suorapolttainen massapolttolaitteisto.	Terminen	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Massapoltto n. 70 €/tn	Nopea
			- riippuu käsittelylämpötilasta, periaatteessa kaikki orgaaniset haitta-aineet	+ Siltti	Tehopoltto noin 300 €/tn	
				(+) Savi		
				+ Moreeni		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:			
			- Korkeassa lämpötilassa (tehopoltto) voidaan käsitellä epäorgaanisia haitta-aineita	+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
TERMINEN DESORPTIO						
Greensoil Oy:llä on Turussa Topinojan kaatopaikka-alueella termodesorptioperiaatteella toimiva pilaantuneen maan käsittelylaitos.	Terminen	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Noin 90 €/tn	Nopea
			- haihtuvat orgaaniset yhdisteet	+ Siltti		
			- puolihihtuvat orgaaniset yhdisteet	+ Savi		
			- mahdollisesti myös PAH:t, PCB:t ja torjunta-aineet	+ Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:			
			- pääsääntöisesti ei sovellu	+ Sedimentti		
POHJAVEDEN ILMASTUS						

Melko yleinen menetelmä mm. polttoaineilla pilaantuneiden huoltoasematonttien kunnostuksessa.	Mekaaninen /	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	3500 - 7000 €/kk/ 10 aaria	Keskipitkä - pitkä
	Biologinen		- helposti haihtuvat orgaaniset yhdisteet	(+) Siltti		
			- polttoaineet	(+) Savi		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Moreeni		
			- ei sovellu	+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
REAKTIIVISET SEINÄMÄT						
Reaktiivisia seinämiä käyttäen ei Suomessa ole tehty yhtään pilaantuneen pohjaveden kunnostusta.	Mekaaninen	in situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Vaihtelevat, alhaisemmat kuin pump & treat -menetelmällä	Pitkä
			- esim. polttoaineet ja klooratut liuottimet	+ Siltti		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Savi		
			- liukoissa muodossa olevat raskasmetallit (esim. Pb, Cr)	+ Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
KIIINTEYTYS / STABILOINTI						
Suomessa käytössä bitumi- ja sementtistabilointi lievästi pilaantuneita massoja stabiloidaan kemiallisesti.	Kemiallinen	on site,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Vaihtelevat noin. 30 - 200 €/tn	Nopea
		(in situ),	- riippuu sideaineesta	+ Siltti		
		(ex situ)	Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Savi		
			- Raskasmetallit	+ Moreeni		
			- Asbesti	+ Orgaaninen maa		
			- Epämetallit ja Syanidit	+ Sedimentti		
BITUMISTABILOINTI						
Lemminkäinen Oy käyttää kylmäsäätitekniikkaan perustuvaa bitumistabilointia (Ekostab B)	Kemiallinen	on site,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Noin 40 - 200 €/tn	Nopea
		ex situ,	- keskiraskaat ja raskaat öljyhiilivedyt	+ Siltti		
		(in situ)	- kreosoottioily	(+) Savi		
			- ei VOC-yhdisteitä	+ Moreeni		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Orgaaninen maa		
			- raskasmetallit	(+) Sedimentti		
SEMENTTISTABILOINTI, EKOBETONINTI						
Suomessa pilaantuneen maan sementtistabilointia tarjoavat mm. Lohja Rudus Oy (Ekobetoni), Ekokem Oy ja Lemminkäinen Oy (Ekostab C).	Kemiallinen	on site,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	ex situ: noin 50- 70 €/tn	Nopea
		ex situ	- soveltuu periaatteessa, ongelmana liukoisuustestin	+ Siltti	in situ: noin 30 €/tn	
			puuttuminen	+ Savi		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Moreeni		
			- raskasmetallit kuten lyijy, arseeni, kupari, kromi ja nikkeli	+ Orgaaninen maa		

			- asbesti	+ Sedimentti		
ERISTYS						
Yleisesti käytetty menetelmä mm. kaatopaikkarakenteissa. Pilaantuneiden maiden kohteissa eristystä on käytetty ja tullaan käyttämään mm. entisten kaatopaikka- ja ampu-marata-alueiden kunnostamisessa.	Mekaaninen	in situ,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Vaihtelee tapauskohtaisesti	Nopea
		ex situ	- soveltuvuus rajoitettu, esim. klooratut liuottimet saattavat	+ Siltti		
			läpäistä eristeet	+ Savi		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Moreeni		
			- raskasmetallit	+ Orgaaninen maa		
			- asbesti	+ Sedimentti		
			- epämetallit			
			- syanidit			
KAATOPAIKKAKÄSITTELY						
Maamassojen kaivu ja loppusijoittaminen kaatopaikoille on yleisin lievästi pilaantuneiden maiden käsittelytapa.	Mekaaninen	ex situ	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	Yleensä noin: 40 €/tn	Nopea
			- lähes kaikki	+ Siltti		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	+ Savi		
			- lähes kaikki	+ Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		
PUMP & TREAT, POHJAVEDEN PUMPPAUS KÄSITELTÄVÄKSI						
Pohjaveden käsittely pump&treat -menetelmillä on Suo-messakin ollut vallitseva menettelytapa.	Mekaaninen	on site,	Orgaaniset haitta-aineet:	+ Hiekka	1700 - 2500 €/kk/ 10 aaria	
		ex situ	- riippuen käsittelymenetelmästä	(+) Siltti		
			Epäorgaaniset haitta-aineet:	(+) Savi		
heikkoudet: käsittelyn pitkäkestoisuus ja lopputuloksen epävarmuus.			- riippuen käsittelymenetelmästä	+ Moreeni		
				+ Orgaaninen maa		
				+ Sedimentti		



Rakennuskohde
JOENSUUN KAUPUNKI
Penttilän saha-alue

JOENSUU



Finnish Consulting Group
Infra ja ympäristö

Päiväys 5.12.2008
Pääsuunn.
Hyv.

Päristuksen sisältö

Mittakaavat

Karttoitettut tutkimuspisteet

1:5000
(A3)

Suunnitteluala, työnnumero ja päristuksen numero

Muutos

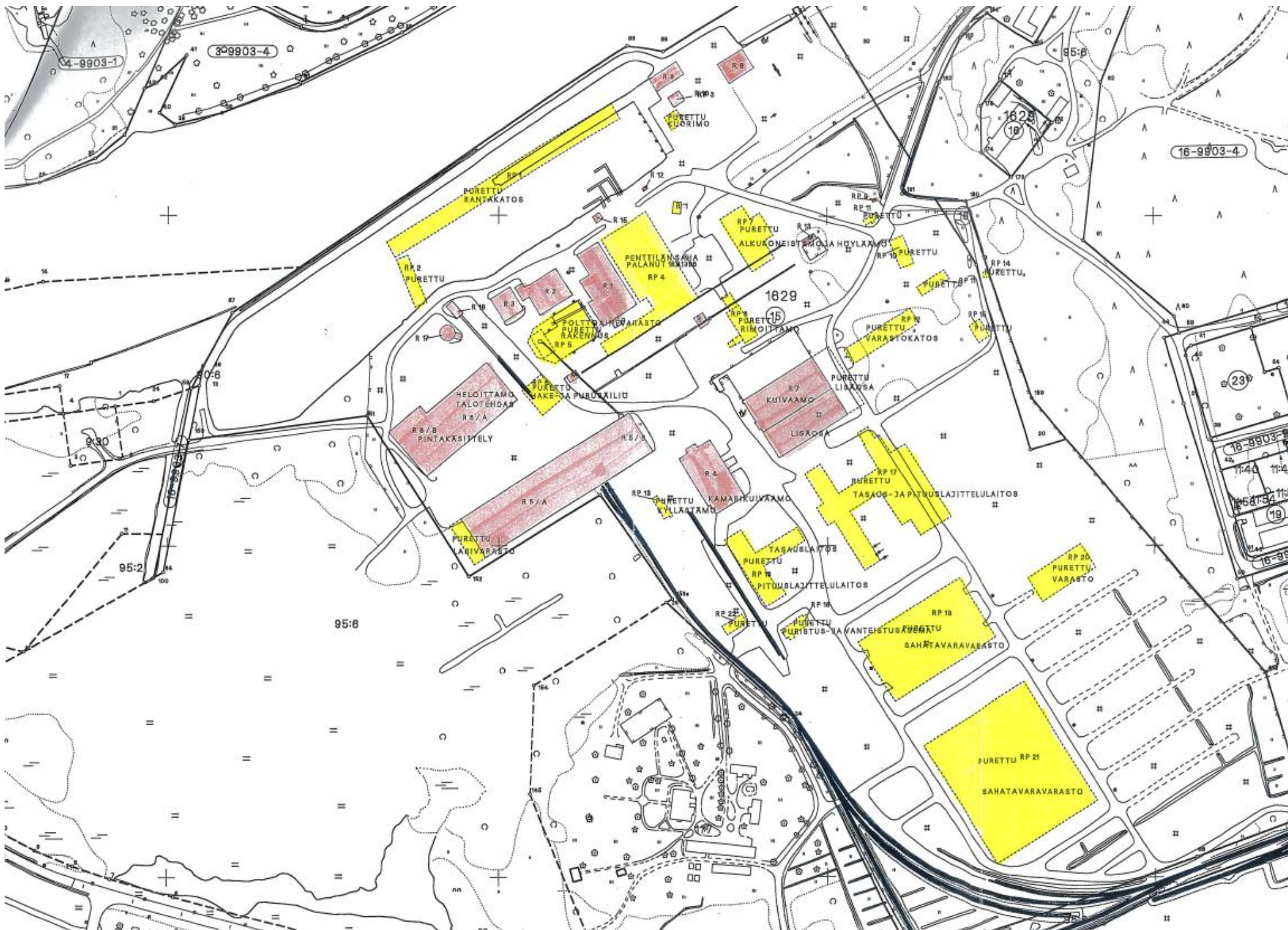
YMP

D1807

105

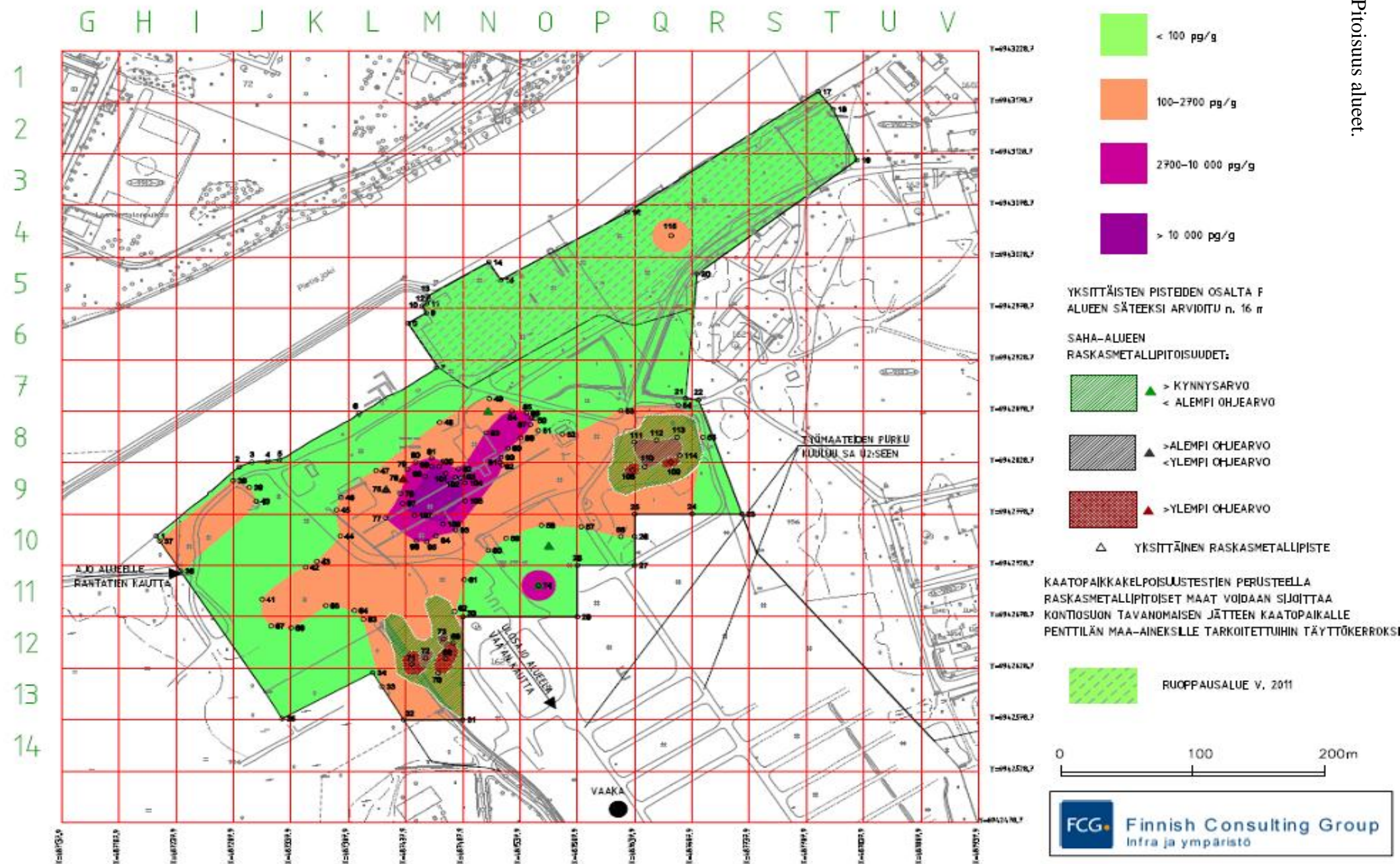
Pärist. R. Anttonen
Yhteyshenkilö L. Korkalainen
Tiedosto

FCG Planeko Oy
Osmontie 34, PL 30
00611 Helsinki
Puh. 010 409 5000
www.fcg.fi

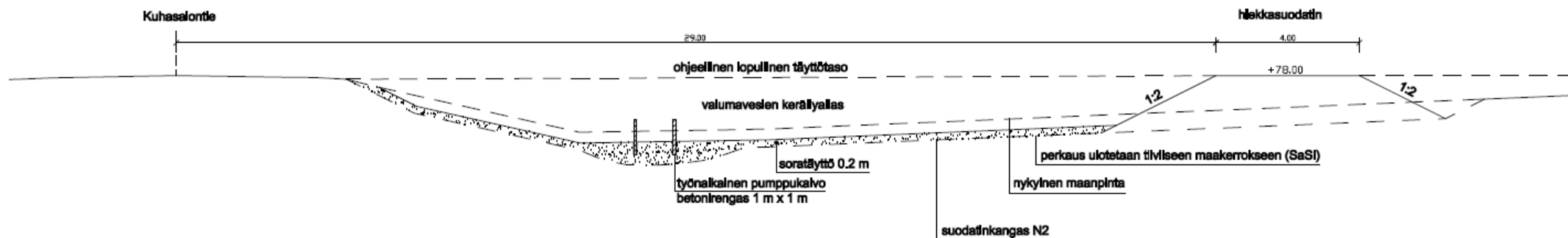



PENTTILÄN SAHA-ALUE, KAIVUALUEKARTTA, URAKKA-ALUE 2 (SA U2):

DIOKSIINI- JA FURAANIYHDISTEIDEN JA RASKASMETALLIEN PITOISUUDET SEKÄ KAIVUALUEIDEN KOORDINAATIT



LEIKKAUS A - A 1:100



Kaupunginosa/Kylä	Kortti/Tile
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/	
Rakennustolmenpide	
Rakennuskohde	
JOENSUUN KAUPUNKI PENTTILÄN KAATOPAIKKA SUOTOVESIPUMPPAAMO	
 Finnish Consulting infra ja ympäristö	
Päiväys	Joensuu 03.02.2009
Pääsuunn.	
Hyv.	